

OIBT

ORGANISATION INTERNATIONALE DES BOIS TROPICAUX

**RAPPORT D'AVANT-PROJET**

**ETUDE TECHNIQUE ET ETUDES DE CAS  
SUR LA VALORISATION INDUSTRIELLE DES BOIS  
D'ESSENCES TROPICALES A CROISSANCE RAPIDE**

**Avril 1996**

**Soumis à l'OIBT**

**par**

**JAPAN OVERSEAS FORESTRY CONSULTANTS ASSOCIATION**

**JOFCA**





Distribution:  
GENERALE  
PPR 37/96 (I)  
FRANÇAIS  
Original: ANGLAIS

OIBT

ORGANISATION INTERNATIONALE DES BOIS TROPICAUX

**RAPPORT D'AVANT-PROJET**

**ETUDE TECHNIQUE ET ETUDES DE CAS**

**SUR LA VALORISATION INDUSTRIELLE DES BOIS**

**D'ESSENCES TROPICALES A CROISSANCE RAPIDE**

Jean Gerard  
Bernard Thibaut

**Avril 1996**

**Soumis à l'OIBT**

**par**

**JAPAN OVERSEAS FORESTRY CONSULTANTS ASSOCIATION**

**JOFCA**





## REMERCIEMENTS

Le présent rapport est le fruit d'un travail effectué en collaboration avec un certain nombre d'institutions, organismes officiels et experts individuels, sans l'aide desquels il n'aurait pas été possible de rassembler et synthétiser toute l'information contenue dans les pages qui suivent. Il ne serait guère possible de nommer tous ceux qui y ont participé, mais nous voudrions mentionner tout spécialement les principaux collaborateurs qui ont joué un rôle essentiel dans cette étude.

Au Japon, le Dr Takuzo Tsutsumoto, le Pr Tatsuo Nakano et le Dr Tatsuo Ishihara, tous trois membres du comité de technologie des bois, ont apporté dès le départ et jusqu'à l'achèvement de ce rapport d'avant-projet leur appui, leurs encouragements et leur compétence. Les rédacteurs expriment également leurs remerciements à MM. Shizuo Shigesawa, Akihito Araya et Noriyuki Kobayashi, qui ont examiné et analysé les aspects concernant la commercialisation et les potentialités des essences tropicales de reboisement à croissance rapide.

En Europe, nous avons bénéficié de la fructueuse coopération du Pr Bernard Thibaut, dont les collaborateurs du CIRAD-Forêt à Montpellier (France) ont effectué l'étude technique et les études de cas pour l'Afrique et l'Amérique Latine. De même, le Dr Liew Wing-Hing et ses collègues de l'ASEAN Timber Technology Center à Kuala Lumpur (Malaisie) se sont chargés de l'étude technique et des études de cas pour le Sud-Est asiatique. Nous sommes tout particulièrement reconnaissants au Prof. Umberto Klock et à ses collègues de l'Université fédérale du Paraná pour l'information technique qu'ils nous ont fournie sur les plantations de pins au Brésil, et à M. Joésio D.P. Siqueira, Directeur de STCP Engenharia de Projetos Ltda (Brésil), qui a conduit l'étude technique sur *Eucalyptus grandis*.

Enfin, les rédacteurs du présent rapport, en leur nom et au nom des experts mentionnés ci-dessus, désirent exprimer leur reconnaissance aux nombreux instituts de recherche, organismes officiels, industriels, forestiers et hommes d'affaires qui ont consacré un temps précieux à partager leur compétence et leurs points de vue sur les possibilités, les contraintes et les divers facteurs qui interviennent dans l'économie forestière tropicale en général et dans la transformation des bois d'essences à croissance rapide en particulier.



## PREFACE

Les reboisements dans les tropiques couvrent une superficie approximative de 43,8 millions d'hectares. De nouvelles plantations, composées principalement d'essences à croissance rapide, se poursuivent en réponse à la demande du marché et également à la préoccupation mondiale concernant l'avenir des forêts denses tropicales. Les investissements dans de nouvelles plantations sont motivés par la nécessité d'échapper à la dépendance vis-à-vis des bois extraits des forêts naturelles, devenus rares et chers.

Outre les bénéfices écologiques évidents qui résultent de la substitution aux bois de forêts naturelles de bois fournis par les reboisements, ces derniers offrent certains autres avantages pour les industriels. Par exemple, les reboisements constituent en général des sources de matière première plus sûres, en raison de leur proximité plus grande des usines de transformation et du moindre risque de voir l'exploitation interrompue par les intempéries, le mauvais état des routes ou les agissements de mouvements écologistes pour faire interdire l'abattage des arbres. D'autre part, en admettant que les reboisements soient convenablement planifiés et gérés, les industriels peuvent en attendre une plus grande uniformité dans les essences et la qualité des bois livrés à l'usine. En outre, leurs prix seront généralement bien plus bas que ceux des bois de forêts naturelles.

Cependant, à l'exception d'un petit nombre d'essences (exemple: le teck *Tectona grandis*), la transformation des bois provenant de plantations est un fait relativement nouveau dans les tropiques. Très souvent les industriels ne sont pas familiarisés avec les caractéristiques physiques et mécaniques de ces bois, et ils ne savent pas très bien quels produits dérivés de ces bois leur procureront la meilleure rentabilité financière. D'autre part, les grumes relativement petites fournies par les reboisements ont plus de défauts structurels que celles provenant de forêt naturelle, et le rendement de la conversion est en conséquence plus faible.

On a mis au point divers systèmes de transformation pour utiliser au mieux les bois de plantations forestières. Certains de ces systèmes peuvent être mis en place à un coût relativement bas (exemple: bois lamellé), tandis que d'autres sont très coûteux (exemple: panneaux de fibres de moyenne densité). La plupart des procédés actuellement utilisés pour transformer les essences tropicales de reboisement à croissance rapide ont pris naissance dans les pays tempérés, et ont été conçus pour transformer les résidus de bois en produits vendables. L'application qui en a été faite dans les pays tropicaux a démontré leur aptitude à s'adapter aux essences de reboisement. En outre, le développement antérieur de marchés pour des produits dérivés de résidus industriels de bois (exemple: panneaux lattés) a créé une demande que les industriels tropicaux commencent maintenant à satisfaire avec les essences dont ils disposent.

La transformation techniquement et financièrement viable d'essences tropicales de reboisement à croissance rapide est un sujet qui intéresse non seulement les industriels du bois mais également d'autres secteurs. Les gouvernements voient dans une transformation accrue de ces bois une incitation économique possible pour leurs citoyens à planter des arbres, accroissant ainsi leurs revenus, les possibilités d'emploi et la richesse nationale tout en améliorant l'environnement. Les responsables du développement rural et les organisations non gouvernementales peuvent y voir une possibilité de créer des organisations communautaires dont une grande part des activités serait de planter des arbres et d'en vendre les produits. Les banquiers et les fournisseurs d'équipements peuvent y voir une nouvelle clientèle potentielle.

Le présent rapport répond à l'intérêt croissant porté à la transformation de bois d'essences tropicales qui sont relativement moins connues que celles traditionnellement exploitées en forêt naturelle. Il répond aussi au souci de créer des plantations pour fournir la matière première ligneuse dont les industriels ont besoin. Il a été rédigé par la Japan Overseas Forestry Consultants Association (JOFCA), qui a été chargée par l'Organisation internationale des bois tropicaux (OIBT) d'exécuter l'avant-projet PPD 9/94 Rev.2 (I) intitulé "Valorisation industrielle des bois d'essences tropicales à croissance rapide". Plusieurs



institutions et de nombreux experts individuels ont coopéré avec la JOFCA dans l'élaboration de ce rapport.

Comme l'indique son appellation d'avant-projet, PPD 9/94 Rev.2 (I) constitue la première phase d'une étude visant à fournir une information utile pour les industriels, forestiers, négociants en bois, organismes officiels, instituts de recherche, et autres intéressés à un titre ou à un autre à l'industrie du bois et à la gestion des forêts tropicales. Cet avant-projet a été approuvé à la 17ème Session du Conseil international des bois tropicaux (CIBT).

Le rapport se divise en quatre parties.

## **I. Partie - Aperçu sur les plantations forestières dans les tropiques**

- Cette partie du rapport résume l'information sur la situation des plantations forestières utilisant des essences tropicales à croissance rapide dans les trois régions Asie-Pacifique, Afrique et Amérique Latine.

## **II. Partie - Caractéristiques des bois d'essences à croissance rapide**

- Une information technique est présentée sur l'aire naturelle des essences, les régions dans lesquelles elles sont plantées, leurs caractéristiques, les propriétés et les utilisations de leur bois, pour les essences suivantes:

*Acacia mangium, Anthocephalus chinensis, Araucaria angustifolia, A. hunsteinii, Azadirachta excelsa, Eucalyptus deglupta, E. grandis, E. PF1, Gmelina arborea, Hevea brasiliensis, Octomeles sumatrana, Paraserianthes falcataria, Peronema canescens, Pinus caribaea, P. kesiya, P. merkusii, P. patula, Terminalia superba, Triplochiton scleroxylon.*

## **III. Partie - Commercialisation**

- Tendances des marchés, consommation actuelle des principaux produits ligneux, coûts d'investissement estimés pour divers types d'usines de transformation des bois, possibilités, contraintes, suggestions et recommandations concernant la valorisation industrielle d'essences tropicales de reboisement à croissance rapide.

## **IV. Partie - Etudes de cas**

- Cette dernière partie présente des études de cas portant sur les entreprises industrielles suivantes:
  1. PT Surya Sindoro Sumbing Wood Industry, Java Central (Indonésie)
  2. PT Pinafal Nusantara, Java Occidentale (Indonésie)
  3. Haleywood Industries Sdn. Bhd., Johor Darul Takzim (Malaisie)
  4. PICOP Resources Inc., Mindanao (Philippines)
  5. Congolaise des Bois Imprégnés S.A., Pointe Noire (Congo)
  6. SOCODIMEX, Oumé (Côte d'Ivoire)
  7. Groupe HAZOVATO, Antananarivo (Madagascar)
  8. BALTEK Corporation, Guayaquil (Equateur)
  9. Industrial de Madeiras Mara Popinhak Ltda (Brésil)

L'information en vue de ce rapport a été rassemblée à partir de données secondaires et de visites aux organismes et aux industries concernés, effectuées en collaboration avec le Centre de technologie des bois de l'ANASE (ATTC) à Kuala Lumpur (Malaisie), le CIRAD-Forêt, Montpellier (France), la STCP Engenharia de Projetos Ltda, Curitiba (Brésil), et des experts individuels. On a aussi fait appel à l'information publiée par la FAO en 1990, Evaluation des ressources forestières.



## TABLE DES MATIERES

	Pages
<b>PARTIE I - APERÇU SUR LES PLANTATIONS DANS LES TROPIQUES</b>	<b>1</b>
1.1 ASIE-PACIFIQUE .....	1
1.1.1 Plantations forestières en Indonésie .....	1
1.1.2 Plantations forestières en Malaisie .....	2
1.1.3 Plantations forestières aux Philippines .....	2
1.1.4 Résumé pour l'Asie-Pacifique .....	3
1.2 AFRIQUE .....	8
1.2.1 Plantations forestières en Côte d'Ivoire .....	8
1.2.2 Plantations forestières au Congo .....	10
1.2.3 Plantations forestières à Madagascar .....	11
1.3 AMERIQUE LATINE .....	12
1.3.1 Plantations forestières au Brésil .....	12
1.3.2 Plantations forestières en Equateur .....	13
 <b>PARTIE II - CARACTERISTIQUES DES BOIS D'ESSENCES A CROISSANCE RAPIDE</b>	
2.0 Introduction .....	15
2.1 Caractéristiques des bois par essence .....	17
<i>Acacia mangium</i> .....	17
<i>Anthocephalus chinensis</i> .....	20
<i>Araucaria angustifolia</i> .....	23
<i>Araucaria hunsteinii</i> .....	27
<i>Azadiracta excelsa</i> .....	30
<i>Eucalyptus deglupta</i> .....	32
<i>Eucalyptus grandis</i> .....	35
<i>Eucalyptus PF1</i> .....	39
<i>Gmelina arborea</i> .....	43
<i>Hevea brasiliensis</i> .....	47
<i>Octomeles sumatrana</i> .....	50
<i>Paraserianthes falcataria</i> .....	53
<i>Peronema canescens</i> .....	56
<i>Pinus caribaea</i> .....	59
<i>Pinus kesiya</i> .....	62
<i>Pinus merkusii</i> .....	66
<i>Pinus patula</i> .....	69
<i>Terminalia superba</i> .....	73
<i>Triplochiton scleroxylon</i> .....	78
2.2 Résumé .....	82



## **PARTIE III : COMMERCIALISATION DES PRODUITS**

85

3.0	Introduction.....	85
3.1	Situation actuelle et évolution .....	86
3.2	Marchés actuels et futurs.....	87
3.2.1	Panneaux .....	87
3.2.2	Panneaux de fibres de moyenne densité (MDF) .....	88
3.2.3	Panneaux de grandes particules orientées (OSB) .....	89
3.2.4	Contreplaqué .....	90
3.2.5	Panneaux de particules.....	90
3.2.6	Autres bois reconstitués et produits remanufacturés.....	91
3.2.7	Sciages .....	91
3.3	Facteurs déterminants .....	91
3.3.1	Problèmes industriels.....	92
(a)	Matière première.....	92
(b)	Economies d'échelle.....	92
(c)	Main-d'oeuvre .....	95
(d)	Variétés des produits et normes de qualité .....	96
(e)	Infrastructure.....	96
(f)	Emplacement des usines .....	96
(g)	Fournitures et matériels consommables.....	96
3.3.2	Problèmes relatifs aux plantations .....	97
(a)	Sylviculture.....	97
(b)	Couleurs des bois .....	97
(c)	Approvisionnement.....	97
3.4	Suggestions et recommandations.....	98

## **PARTIE IV - ETUDES DE CAS**

99

Etude de cas N° 1.....	99
PT Surya Sindoro Sumbing Wood Industry, Central Java, Indonesia	
Etude de cas N° 2 .....	101
PT Pinafal Nusantara, West Java, Indonesia	
Etude de cas N° 3 .....	103
Haleywood Industries Sdn.Bhd, Johor, Malaysia	
Etude de cas N° 4 .....	105
PICOP Resources Inc, Mindanao, Philippines	
Etude de cas N° 5 .....	108
Congolaise des Bois Imprégnés S.A., Pointe Noire, Congo	
Etude de cas N° .6 .....	111
SOCODIMEX, Oumé, Côte d'Ivoire	
Etude de cas N° 7 .....	113
Groupe HAZOVATO, Antananarivo, Madagascar	
Etude de cas N° 8 .....	116
BALTEK Corporation, Guayaquil, Ecuador	
Etude de cas N° 9 .....	121
Industrial de Madeiras Mara Popinhak Ltda., Brazil	



**PARTIE I - APERÇU SUR LES PLANTATIONS  
FORESTIERES DANS LES TROPIQUES**







## PARTIE I - APERÇU SUR LES PLANTATIONS FORESTIERES DANS LES TROPIQUES

A fin 1990, on estimait à 43,8 millions d'hectares la superficie totale des reboisements établis dans 90 pays tropicaux, dont 73% dans 17 pays d'Asie tropicale et d'Océanie, 20% dans 30 pays d'Amérique Latine et des Caraïbes, et 7% dans 40 pays d'Afrique (FAO, Evaluation des ressources forestières, 1990). Les plantations forestières, selon la définition de la FAO, comprennent les boisements plantés sur des terres qui n'étaient pas auparavant boisées aussi bien que sur des terres ayant porté des forêts mais replantées avec de nouveaux peuplements essentiellement différents. Les définitions de la FAO distinguent d'autre part les plantations selon leur fonction. Des plantations forestières destinées en totalité ou partie à produire des bois qui seront transformés en produits marchands sont appelées plantations industrielles. Celles qui sont destinées à produire du bois de feu, du charbon de bois, des petits bois pour la consommation locale, des produits autres que le bois et des services de protection des sols sont classées comme plantations non-industrielles, de même que celles établies dans le cadre de la foresterie communautaire. Les résultats de l'évaluation de la FAO de 1990 sont présentés dans le Tableau 1, qui montre, entre autres, de très importantes ressources en bois et en fibres dans des plantations non forestières, principalement d'hévéas, palmiers à huile et cocotiers. Le Tableau 2 présente des estimations des surfaces de plantations par groupes d'essences, selon l'évaluation FAO de 1990.

### 1.1 ASIE-PACIFIQUE

On estime à 32,15 millions d'hectares la superficie des plantations dans la région Asie-Pacifique en 1990, l'Inde venant en tête avec 18,9 millions d'hectares. Des pays du Sud-Est asiatique ont également d'importantes surfaces de plantations, comme le montrent les Tableaux 3 à 6. Nous examinerons dans les sections qui suivent les plantations d'Indonésie, de Malaisie et des Philippines.

#### 1.1.1 Plantations forestières en Indonésie

Les plantations forestières ont une longue histoire en Indonésie, où les premières plantations de teck (*Tectona grandis*) remontent au début du 19<sup>ème</sup> siècle. Les plantations d'essences à croissance rapide, indigènes comme *Paraserianthes falcataria*, et exotiques, principalement *Eucalyptus* spp et *Acacia* spp, sont relativement récentes, ayant débuté dans les années 80. On a planté *Pinus merkusii* et *Agathis* spp, conifères indigènes d'Indonésie, depuis les années quarante. Le programme global de reboisement d'Indonésie comprend deux volets principaux, les reboisements industriels lancés par le Gouvernement en 1984, et les plantations faites dans un but de conservation et de reverdissement. Le Gouvernement a fixé un objectif de 6,2 millions d'hectares en l'an 2000, pour contribuer à satisfaire la demande de bois d'oeuvre et d'industrie, estimée à 90 millions de mètres cubes par an en 2000 et au delà. Les actions de reboisement sont entreprises tant par l'Etat que par le secteur privé. La plupart des plantations privées sont faites par des concessionnaires forestiers et des reboiseurs industriels au Kalimantan et à Sumatra. Les entreprises étatiques qui font des reboisements sont Perhutani (dépendant du Ministère des Forêts) pour les reboisements domaniaux à Java, Inhutani I, II et III pour le reboisement de concessions forestières en dehors de Java, et la Direction du reboisement et de la restauration des sols à Sumatra et dans une partie du Kalimantan.

En 1990, on comptait environ 720 000 hectares de plantations d'essences à croissance rapide, notamment *Paraserianthes falcataria*, *Acacia* spp et *Eucalyptus* spp, plus quelque 600 000 hectares de plantations de pins, principalement pour la production de résine.

Comme autres plantations industrielles, on note les essences suivantes: teck - 600 000 ha; pins (principalement *Pinus merkusii*) - 417 000 ha, mahogany (*Swietenia macrophylla*) - 48 000 ha; *Agathis* spp - 14 000 ha. Le Tableau 3 indique les superficies cumulées de plantations industrielles en Indonésie de 1965 à 1994.



### 1.1.2 Plantations forestières en Malaisie

Les plantations forestières ont débuté en Malaisie Péninsulaire par la plantation de 1 900 hectares de teck (*Tectona grandis*) dans les années cinquante et 5 600 hectares de conifères (*Pinus caribaea*, *P. merkusii* et *Araucaria* spp) dans les années soixante et soixante-dix. Le Département des Forêts a lancé en 1982 le Programme de plantations compensatoires (CFPP) pour faire face à un déficit prévu de matière première pour l'industrie du bois. L'objectif était d'installer 82 000 hectares d'essences feuillues à croissance rapide à l'horizon 1993, principalement d'*Acacia mangium* (80%), *Gmelina arborea* (10%) et *Paraserianthes falcataria* (10%), pour fournir des sciages courants. A fin 1994, il avait été réalisé 54 000 hectares au titre du CFPP. Le Tableau 4 indique les superficies cumulées de plantations industrielles en Malaisie Péninsulaire de 1960 à 1995.

Les plantations forestières ont débuté dans l'Etat du Sabah en 1973. A fin 1994 environ 72 000 hectares avaient été plantés principalement avec *Acacia mangium* (43 000 ha), *P. falcataria* (11 000 ha), *Gmelina arborea* (8 000 ha) et *Eucalyptus deglupta* (6 000 ha). Plus de 25 000 hectares ont été plantés par l'Etat au titre de la Sabah Forestry Development Authority (SAFODA) pour reboiser des sites dégradés, 29 000 hectares par la Sabah Softwood Sdn Bhd, et 13 000 hectares par Sabah Forest Industries. Plusieurs sociétés privées ont également commencé à faire des reboisements. Le Tableau 5 indique les superficies cumulées de plantations industrielles au Sabah de 1960 à 1993.

Dans l'Etat du Sarawak, environ 10 000 hectares ont été plantés, principalement avec *A. mangium*, *G. arborea*, *Swietenia macrophylla* et *Araucaria cunninghamii*, pour restaurer des terrains dégradés par la culture itinérante.

### 1.1.3 Plantations forestières aux Philippines

Les plantations ont démarré aux Philippines au début du siècle avec la plantation de bassins versants sensibles dégradés par la culture itinérante. Cependant, les surfaces plantées étaient relativement faibles, et la plupart furent abandonnées durant la Deuxième Guerre mondiale. Les actions de reboisement continuèrent d'être marquées par la prépondérance donnée à la restauration des bassins versants, jusqu'aux années 80 où une Division du reboisement fut créée au sein du Département de l'Environnement et des Ressources naturelles (DENR). Au milieu des années 60 les plantations industrielles démarrèrent à l'initiative d'investisseurs du secteur privé, notamment la Paper Industries Corporation of the Philippines (PICOP) et la Provident Tree Farms Inc. (PTFI).

En 1987, la PICOP avait mis en place environ 40 000 hectares de *Paraserianthes falcataria* et 11 000 hectares d'*Eucalyptus deglupta*, destinés surtout à la production de bois à pâte bien qu'un volume limité soit utilisé pour la production de sciages. En outre, quelque 30 000 hectares ont été plantés près des reboisements de la PICOP par de petits propriétaires, qui sont depuis lors devenus d'importants fournisseurs de bois ronds pour la PICOP ainsi que pour d'autres industries produisant des meubles, des panneaux lattés, des éléments de meubles et des âmes de contreplaqué. La PTFI, de son côté, avait planté environ 3 000 hectares consistant principalement en *Endospermum peltatum* pour le bois d'allumettes, mais comprenant également un peu d'*Eucalyptus urophylla*, *E. deglupta* et *Acacia mangium*. Les reboisements fournissent actuellement quelque 800 000 mètres cubes par an aux industriels locaux, la majorité provenant de petites plantations privées.

En 1988, le Gouvernement lança le Programme national de reboisement (National Forestation Program - NFP), dans lequel la plupart des plantations sont faites par contrats passés par le Gouvernement avec des petits propriétaires, des ONG et des entreprises de reboisement privées. Le Plan directeur de développement forestier (DENR/ADB/FINNIDA, 1990) fixe un objectif de 2,5 millions d'hectares plantés d'ici à 2020.

En 1992, environ 203 000 hectares avaient été plantés au titre du NFP, dont la moitié destinés à une exploitation future, le reste se situant sur des bassins versants sensibles où le principal objectif est la restauration.



Durant la même période, les plantations du secteur privé auraient atteint environ 265 000 hectares, consistant pour une large part en petites plantations. Le Tableau 6 indique les superficies cumulées des plantations industrielles aux Philippines de 1964 à 1994.

#### 1.1.4 Résumé pour l'Asie-Pacifique

Les Tableaux 7 et 8 indiquent, respectivement, de manière résumée, les superficies des plantations dans les pays du Sud-Est asiatique et les volumes sur pied estimés par essences principales et par pays.

**Tableau 1. Superficies des plantations dans les tropiques en 1990 (x 1000 ha)**

Région	Nb. de pays	Superficies de plantations déclarées			Superficie nette de plantations estimée	Déclarée	Estimée nette
		Plantations industrielles	Plantations non industrielles	Total			
Afrique	40	1 400	1 600	3 000	2 100	130	90
Asie-Pacifique	17	9 100	23 100	32 200	22 600	2 100	1 470
Amérique Latine-Caraïbes	33	5 100	3 500	8 600	6 000	370	260
Total	90	15 600	28 200	43 800	30 700	2 610	1 820

**Tableau 2. Superficies de plantations estimées par groupes d'essences (millions d'ha)**

Région/Essence	Eucalyptus	Pins	Teck	Acacias	Autres	Total
Afrique tropicale	0,79	0,61	0,145	0,25	1,20	3,00
Amérique tropicale	4,07	2,78	0,015	-	1,77	8,60
Asie tropicale - Pacifique	5,20	1,20	2,03	3,15	20,62	32,20
Total	10,06	4,59	2,19	3,40	23,59	43,80
Pourcentage	23,0%	10,5%	5,0%	7,7%	53,8%	100,0%



Tableau 3. Plantations industrielles (ha) - Indonésie  
Données cumulées sur la période 1960 - 1994

	<i>Tectona grandis</i>	<i>Pinus merkusii</i>	<i>Swietenia macrophylla</i>	<i>Dalbergia latifolia</i>	<i>Acacia spp.</i>	<i>Paraserianthes falcataria</i>	<i>Agathis loranthifolia</i>	<i>Melaleuca leucadenandron</i>	<i>Altingia excelsa</i>	<i>Eucalyptus spp.</i>
1960	438000	65000	150600		34334		2500	1050	1850	
1961	491000	54500	142000		36179		2500	1050	1850	
1962	186000	56750	11030	61250	38940		2500	1050	1850	
1963	490000	58600	98600		40371		2500	1050	1830	
1964	499500	61250	94000		40624		2500	1050	2250	
1965	514760	63700	87500		42719	20	2750	1050	2500	
1966	510640	65310	84000		44888	100	3000	1500	3200	
1967	515041	68400	82050		48219	270	3250	1650	3200	
1968	501431	69100	78320		52167	950	3250	1786	3200	
1969	500200	70400	74500		56718	1250	3500	1994	3200	
1970	503825	71448	71059	14679	58899	1848	3500	2362	3300	650
1971	506780		72417		58321	3679	3871	2461	3094	1500
1972	518151		70147		58945	5940	3945	2962	3271	2500
1973	521001		68250		58677	12503	4071	3394	3941	3900
1974	514977		65110		59911	17841	4194	3188	4079	4700
1975	521640		54500		59969	20215	4651	3974	4214	6750
1976	511711		40707		60254	21514	4562	4071	3971	8910
1977	506711		38650		60284	21507	5010	4897	4672	7500
1978	514197		35001		61733	21641	5671	5891	5815	9500
1979	514500		32151		62213	22642	6105	6174	6115	10500
1980	515641	106050	28627		63879	22714	6500	6507	6278	10500
1981	517500		27050		63647	22316	6950	3461	5691	10500
1982	512000		26913		64198	21841	7950	7592	6015	10300
1983	517150		30505		64221	29107	8730	7571	6098	10500
1984	528200	108000	32500	65620	65620	23060	10254	3650	6150	11500
1985	529645	119492	44254	23428	66333	23428	12105	8400	6750	12200
1986	547437	248984	50931	850	76941	31893	12460	8400	9400	12209
1987	515116	278793	51410	1220	83689	47227	13194	8765	13850	18499
1988	512732	347134	50408	3561	88228	65882	13742	9175	12150	31463
1989	572687	359758	54677	3473	96941	70064	14111	9325	12400	42305
1990	587789	417087	48000	6644	98935	95330	14500	9000	14750	75134
1991	581949	438192	49650	10939	104813	121171	14717	9550	14750	123695
1992	606621	278426	50117	18046	123852	161208	13621	9750	14750	197086
1993	619287	292532	49170	17226	149560	197730	15944	9842	14750	261174
1994	616394	314430	48641	18426	168914	278539	16107	10561	14750	273393



Tableau 4. Surfaces plantées (ha) - Malaisie  
Données cumulées sur la période 1960 - 1995

	<i>Tectona grandis</i>	<i>Pinus, Araucaria spp.</i>	<i>Acacia mangium</i>	<i>Paraserianthes falcataria</i>	<i>Gmelina arborea</i>	Total
1960	1918					1918
1961	1918					1918
1962	1918	2400				4318
1963	1918	2600				4518
1964	1918	2800				4718
1965	1918	3000				4918
1966	1918	3200				5118
1967	1918	3400				5318
1968	1918	3600				5518
1969	1918	3800				5718
1970	1918	4000				5918
1971	1918	4400				6318
1972	1918	4800				6718
1973	1918	5200				7118
1974	1918	5400				7318
1975	1918	5600				7518
1976	1918	5600				7518
1977	1918	5600				7518
1978	1918	5600				7518
1979	1918	5600				7518
1980	1918	5600				7518
1981	1918	5600				7518
1982	1918	5600				7518
1983	1918	5600	429	25	25	7997
1984	1918	5600	825	50	45	8439
1985	1918	5600	5215	50	45	12828
1986	1918	5600	9315	50	45	29756
1987	1918	5600	15086	50	45	35527
1988	1918	5600	30332	50	45	37945
1989	1918	5600	37503	50	45	45116
1990	1918	5600	39895	50	45	47508
1991	1918	5600	45136	50	45	52749
1992	1918	5600	50017	50	45	57630
1993	1918	5600	52999	50	45	60612
1994	1918	5600	52999	50	45	60612
1995	1918	5600	52999	50	45	60612



Tableau 5. Plantations industrielles (ha) - Sabah  
Données cumulées sur la période 1960 - 1993

	<i>Acacia mangium</i>	<i>Paraserianthes falcataria</i>	<i>Gmelina arborea</i>	<i>Pinus caribaea</i>	<i>Eucalyptus spp.</i>	<i>Tectona grandis</i>	<i>Dipterocarpus et divers</i>
1960	-	-	-	-	-	-	-
1961	-	-	-	-	-	-	-
1962	-	-	-	-	-	-	-
1963	-	-	-	-	-	-	-
1964	-	-	-	-	-	-	-
1965	-	-	-	-	-	-	-
1966	-	-	-	-	-	-	-
1967	-	-	-	-	-	-	-
1968	-	-	-	-	-	-	-
1969	-	-	-	-	-	-	-
1970	-	-	-	-	-	-	-
1971	-	-	-	-	-	-	-
1972	-	-	-	-	-	-	-
1973	75	-	-	-	-	-	-
1974	480	-	-	-	-	-	-
1975	630	32	7	-	-	-	-
1976	1026	87	94	-	-	-	-
1977	1803	159	426	53	-	-	-
1978	2650	598	1285	128	32	-	-
1979	3117	963	1368	356	82	-	-
1980	4520	1089	1733	399	196	-	-
1981	6335	1892	3052	623	721	-	-
1982	7003	2663	3979	816	1335	75	-
1983	8221	3191	4559	-	1996	325	-
1984	8763	3769	5237	-	2446	410	30
1985	10026	4331	5320	-	2996	-	95
1986	11232	5020	5320	-	3419	-	240
1987	14785	5908	5663	-	3520	-	490
1988	16360	6654	6015	-	3886	-	535
1989	20836	7332	6763	-	4472	470	703
1990	27311	8220	7226	-	5118	530	1015
1991	31312	8963	7392	-	5816	-	1120
1992	37328	9695	7507	-	6122	-	1245
1993	43326	11504	7954	1069	6603	642	1450



Tableau 6. Plantations industrielles (x 1000 ha) -Philippines  
Données cumulées sur la période 1964 - 1994

	<i>Gmelina arborea</i>	<i>Paraserianthes falcataria</i>	<i>Eucalyptus deglupta</i>	<i>Acacia mangium</i>	<i>Acacia auriculiformis</i>	<i>Anthocephalus chinensis</i>	<i>Pinus caribaea</i>	<i>Autres (Endospermum spp.)</i>	<i>Surface totale</i>
1964	0,1	-	-	-	-	0,1	-	0,1	0,3
1965	0,1	-	-	-	-	0,1	-	0,2	0,4
1967	0,2	-	-	-	-	0,2	-	0,3	0,7
1968	0,3	0,3	0,1	0,1	-	0,2	-	0,3	1,3
1969	0,4	0,4	0,2	0,2	-	0,2	-	0,4	1,6
1970	0,5	0,6	0,3	0,2	-	0,2	-	0,2	2,0
1971	0,7	0,8	0,5	0,3	-	0,2	0,1	0,5	3,1
1972	0,8	1,1	0,7	0,3	-	0,2	0,1	0,7	3,9
1973	0,9	1,1	0,7	0,4	-	0,3	0,1	0,6	4,1
1974	0,9	1,2	0,9	0,4	-	0,3	0,1	0,5	4,3
1975	0,8	1,2	0,8	0,3	-	0,2	0,1	0,3	3,7
1976	0,1	0,3	0,1	0,1	-	0,1	0,1	0,1	0,9
1977	0,3	0,6	0,3	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	2,0
1978	2,2	3,3	1,9	0,9	0,5	0,6	0,7	0,9	11,0
1979	7,0	10,0	6,0	2,0	4,0	2,5	1,0	6,5	39,0
1980	17,0	24,0	20,0	5,0	10,0	6,0	2,0	14,0	98,0
1981	25,0	35,0	30,0	7,0	14,0	9,0	7,0	13,0	140,0
1982	47,0	65,0	67,0	12,0	20,0	16,0	10,0	23,0	260,0
1983	50,0	70,0	80,0	16,0	24,0	19,0	16,0	30,0	305,0
1984	63,0	98,0	111,0	18,0	18,0	24,0	20,0	34,0	386,0
1985	71,0	95,0	120,0	19,0	26,0	28,0	22,0	26,0	407,0
1986	102,0	117,0	107,0	18,0	22,0	12,0	22,0	32,0	432,0
1987	107,0	86,0	128,0	13,0	26,0	6,0	21,0	41,0	428,0
1988	93,0	116,0	139,0	23,0	23,0	6,0	28,0	36,0	464,0
1989	93,0	116,0	117,0	23,0	23,0	6,0	28,0	58,0	468,0
1990	85,0	107,0	107,0	21,0	21,0	10,0	28,0	48,0	427,0
1991	72,0	120,0	120,0	24,0	24,0	24,0	24,0	72,0	480,0
1992	84,0	140,0	167,0	28,0	28,0	28,0	28,0	55,0	558,0
1993	89,0	149,0	179,0	30,0	29,0	30,0	28,0	61,0	595,0
1994	107,0	133,0	191,0	26,0	25,0	41,0	23,0	46,0	592,0



**Tableau 7 - Surfaces plantées en Asie du Sud-Est (1990)**

Pays	x 1000 ha	% de la superficie du pays	ha/1000 habitants
Indonésie	8 750	4,8	48,5
Malaisie	116	0,4	6,7
Philippines	290	1,0	4,6
Thaïlande	756	1,5	13,6
Myanmar	335	0,5	8,0
Vietnam	2 100	6,5	31,3

**Tableau 8 Volume sur pied des principales espèces plantées en Indonésie, en Malaisie et aux Philippines en 1995**

(en millions de m<sup>3</sup>)

Espèces	Indonésie	Malaisie	Philippines	Total
<i>Teck</i>	61,64	0,19	-	61,83
<i>Acacia spp.</i>	18,58	10,60	-	29,18
<i>Paraserianthes falcata</i>	30,64	1,27	0,01	31,92
<i>Eucalyptus spp.</i>	32,81	0,79	0,02	33,62
<i>Gmelina arborea</i>	-	0,80	0,01	0,81
<i>Pins</i>	23,58	0,50	-	24,08
<i>Mahogany</i>	2,92	-	-	2,92
<i>Agathis</i>	1,21	-	-	1,21

## 1.2 AFRIQUE

En 1990, la superficie des plantations forestières en Afrique était estimée à 3 millions d'hectares, dont 310 000 ha à Madagascar. Les plantations forestières en Côte d'Ivoire, au Congo et à Madagascar sont présentées ci-après.

### 1.2.1 Plantations forestières en Côte d'Ivoire

La quasi-totalité des plantations forestières de Côte d'Ivoire ont été mises en place et sont gérées par la Société de Développement des Plantations Forestières (SODEFOR). Le tableau ci-après présente les superficies plantées par la SODEFOR par année et par essence, entre 1966 et 1994.



Année	Euc.	Pins	Nian.	Sipo	Acaj.	Divers	Sam.	Fram.	Frak.	Ced.	Teck	Gmel.	Total
1966	0	0	117	0	23	31	0	66	0	0	0	0	237
1967	0	0	0	0	0	263	130	302	5	76	0	0	776
1968	0	0	176	46	48	50	168	660	0	0	436	0	1548
1969	0	0	336	92	153	95	166	616	59	39	1057	0	2613
1970	0	0	183	156	528	135	29	486	20	60	1213	0	2810
1971	0	0	227	542	216	4	33	530	15	0	1180	0	2747
1972	0	0	15	446	149	147	12	785	10	0	1071	0	2635
1973	0	0	85	91	34	208	73	1057	308	0	1349	0	3205
1974	0	0	41	79	157	140	34	301	271	6	1333	0	2362
1975	69	26	17	63	124	149	80	269	187	88	642	0	1714
1976	156	134	21	32	232	269	23	4	458	71	416	63	1879
1977	196	134	0	0	0	323	15	43	402	214	206	20	1553
1978	0	0	0	0	0	29	8	0	1000	563	55	6	1661
1979	0	0	0	0	0	13	364	87	2038	554	0	0	3056
1980	0	0	0	0	0	16	43	2	2146	1793	0	0	4000
1981	0	0	0	0	0	29	192	216	2904	1396	0	6	4743
1982	0	0	0	0	3	1	257	114	1975	1556	0	0	3906
1983	0	0	0	0	20	8	27	412	3763	734	0	10	4974
1984	0	0	0	0	0	64	0	50	117	0	2335	3	2569
1985	0	7	0	0	0	145	2	578	988	164	2677	222	4783
1986	0	55	33	0	0	145	0	694	1013	332	1050	212	3534
1987	0	106	24	0	0	228	217	744	1288	432	1516	471	5026
1988	0	77	12	0	0	191	51	832	595	158	1395	752	4063
1989	0	20	0	0	0	138	43	725	568	153	1653	701	4001
1990	0	21	0	0	0	0	180	333	494	197	1235	409	2869
1991	0	0	0	0	0	0	234	202	0	0	317	302	1055
1992	0	0	0	0	0	0	41	323	0	137	2319	509	3329
1993	0	0	0	0	0	0	125	166	0	213	3481	500	4485
1994	0	0	0	0	0	11	63	197	58	77	4226	476	5108
Total	421	580	1287	1547	1687	2832	2610	10794	20682	9013	31162	4662	87277
%	0,5	0,7	1,5	1,8	1,9	3,2	3	12,4	23,7	10,3	35,7	5,3	100

- Euc. : Eucalyptus, principalement *E. deglupta*, mais aussi *E. alba*, *E. tereticomis* et *E. urophylla*,
- Pins : principalement *Pinus caribaea*,
- Nian. : Niangon, *Tarrieta densiflora*, *T. utilis*,
- Sipo : *Entandrophragma utile*,
- Acaj. : Acajou, *Khaya anthotheca*, *K. ivorensis*, *K. grandifoliola*,
- Divers : Makoré : *Tieghemella heckelii*, *T. africana*, Badi : *Nauclea diderrichii*,  
Okoumé : *Aucoumea klaineana*, Bété, Tiama : *Entandrophragma angolense*, *E. congoense*,
- Sam. : Samba, *Triplochiton scleroxylon*,
- Fram. : Framiré, *Terminalia ivorensis*,
- Frak. : Fraké, *Terminalia superba*,
- Ced. : *Cedrela odorata*,
- Teck : *Tectona grandis*,
- Gmel. : *Gmelina arborea*.



Toutes essences confondues, les estimations de surfaces plantées et les superficies nettes (entre parenthèses) sont données dans le tableau ci-après :

Année	Surfaces cumulées (ha)	Industrielles/Non-industrielles (ha)
1980	45 000	38 000 / 7 000
1985	65 000	-
1989	86 000	-
1990	90 000*	74 000 / 16 000
1991	-	77 000( 63 000) / -

\* Pour comparaison, la forêt naturelle ivoirienne couvre environ 10,9 millions d'ha.

Les 31 000 ha de Teck plantés représentent environ 36% des plantations de la SODEFOR, contre environ 36% et 10% respectivement pour *Terminalia spp.* et *Cedrela spp.*. Entre 1978 et 1983, le Fraké (*Terminalia superba*) a constitué la principale essence de plantation (aucune plantation de Teck durant cette période).

### 1.2.2 Plantations forestières au Congo

L'essentiel des plantations congolaises a été mis en place par l'Unité d'Afforestation Industrielle du Congo (UAIC) ; ces plantations sont composées d'hybrides et de clones d'*Eucalyptus* sélectionnés par le Centre Technique Forestier Tropical (CTFT, précédente désignation du CIRAD-Forêt).

Les surfaces plantées entre 1978 and 1990 sont les suivantes :

Année	Surfaces cumulées (ha)
1978	6 000
1980	17 000
1982	25 000
1989	49 000
1990	53 000 *

\* Pour comparaison, la forêt naturelle congolaise couvre environ 20 millions d'ha.

#### *CIRAD- Forêt , UAIC et Eucalyptus*

Les premiers essais d'introduction des *Eucalyptus* au Congo ont démarré en 1956. Plus de 60 espèces ont été testées. Le développement de la technique de propagation végétative et de clonage pour les *Eucalyptus* hybrides a conduit en 1978 à la création de l'UAIC, résultat d'une collaboration fructueuse entre le CTFT et l'Office Congolais des Forêts.

Actuellement, l'UAIC gère les plantations clonales d'*Eucalyptus* situées sur la plaine côtière de la région de Pointe-Noire. Les quelques centaines de clones utilisés dans les plantations sont principalement issus des deux hybrides naturels *E. platyphylla* F1 (*E. alba* x *E. urophylla* ou *E. alba* x *E. grandis*) et *E.12 ABL* x *saligna* (*E. tereticornis* x *E. saligna*). Certains clones peuvent produire jusqu'à 30 m³/ha/an sur une rotation de 7 ans.



Entre 1978 et 1989, les plantations d'Eucalyptus de l'UAIC ont évolué de la façon suivante :

Année	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
Surface annuelle plantée (ha)	500	2800	2900*	2400	1000	5 000	6 000	3 100	600	-	1000	4100
Surface totale (ha)	500	3300	6200*	8600	9600	14600	20600	23700	24300	24300	25300	29400

\* dont 1 000 ha de Pins.

L'exploitation des Eucalyptus a commencé en 1987 avec 2 000 m<sup>3</sup> (sous écorce) de bois rond récoltés durant la première année. Aujourd'hui entre 250 000 et 320 000 m<sup>3</sup> de bois rond sont exploités annuellement. Durant ces dernières années, les parcelles exploitées ont été replantées mais aucun nouveau boisement n'a été mis en place du fait de la situation économique du pays. En 1995, l'UAIC disposait d'environ 43 000 ha de plantations d'Eucalyptus.

### 1.2.3 Plantations forestières à Madagascar

Madagascar est le premier pays d'Afrique pour ses plantations forestières (10<sup>ème</sup> place mondiale). Les estimations de surfaces plantées et les superficies nettes (entre parenthèses) en 1980 et en 1990 sont présentées dans le tableau suivant :

Année	Industrielles (ha)	Non-Industrielles (ha)	Total (ha)
1980	112 000	154 000	266 000
1990	150 000	160 000	310 000* (217 000)

\* Pour comparaison, la forêt naturelle malgache couvre environ 15,7 millions d'ha.

Les plantations malgaches n'ont fait l'objet d'aucun inventaire récent, mais cette opération est envisagée dans un proche avenir. Les Eucalyptus et les Pins sont les principales essences utilisées en reboisement. Quelques plantations non-industrielles d'*Anacardium* ont été recensées mais elles ne constituent pas une ressource significative. Actuellement, de petites plantations gérées par l'état sont mises en place grâce à des financements allemands dans la région de Diego (nord de Madagascar) et dans la région de Ambatolampy (Vakinankatra). Les plantations paysannes sont très probablement plus importantes que les plantations gérées par l'état mais leur superficie ne peut pas être réellement estimée.

#### Eucalyptus

Les Eucalyptus ont été introduits à Madagascar à la fin du 19<sup>ème</sup> siècle ; en 1955, cette essence couvrait entre 200 000 et 300 000 ha. Les plantations les plus importantes sont situées en altitude, et sont principalement composées d'*Eucalyptus robusta* (150 000 ha à 200 000 ha). *E. grandis* et *E. camaldulensis* sont utilisés en plantations dans les régions côtières.

#### Pins

Actuellement, Madagascar dispose d'environ 150 000 ha de plantations de Pins (donnée estimée) dont la majeure partie a été mise en place grâce à l'aide financière de la Banque Mondiale. Des plantations de Pins ont démarré à grande échelle en 1923 dans les régions d'altitude, mais les premières plantations industrielles datent de 1969 (vallée du Haut-Mangoro). Initialement, la FANALAMANGA (Société d'économie mixte détenue par l'état malgache) utilisait uniquement *Pinus kesiya* en plantation, mais a remplacé cette espèce par *P. caribaea*, *P. elliottii* et *P. oocarpa* dans les nouveaux reboisements à partir de 1978-1979.



A partir de 1993, il était prévu de récolter chaque année environ 250 000 m<sup>3</sup> de bois.  
Entre 1970 et 1995, les surfaces plantées en Pins (données cumulées) ont été évaluées de la façon suivante :

1970 :	15 000 ha
1975 :	35 000 ha
1981 :	78 000 ha
1990 :	130 000 ha
1995 :	150 000 ha (dont environ 50 000 ha de <i>Pinus kesiya</i> )

### 1.3 AMERIQUE LATINE

En 1990, l'Amérique latine disposait d'environ 8,6 millions d'hectares de plantations forestières. Les plantations du Brésil et de l'Equateur sont présentées ci-après.

#### 1.3.1 Plantations forestières au Brésil

Le Brésil occupe le 3<sup>ème</sup> rang mondial pour ses plantations forestières (82% des plantations d'Amérique latine). La répartition par espèce est la suivante : *Eucalyptus spp.* - 52% ; *Pinus spp.* - 30% ; *Araucaria spp.* - 1% ; Arbres fruitiers et palmiers - 12% ; Divers - 5%.

Les estimations de surfaces plantées et les superficies nettes (entre parenthèses) sont les suivantes :

Année	Total (ha)	Industrielles / Non industrielles
1975	2 090 000	-
1980	4 210 000	1 790 000 / 2 240 000
1982	5 060 000	-
1985	5 840 000	-
1986	6 250 000	-
1988	6 600 000	-
1990	7 000 000 (6 100 000)	3 980 000 / 3 020 000
1994	8 000 000 *	-

\* Pour comparaison, la forêt naturelle brésilienne couvre environ 560 millions d'ha.

En 1966, le Brésil ne disposait que de 500 000 ha de plantations ; la mise en application de mesures fiscales incitatives a conduit à un développement spectaculaire des plantations, notamment dans le sud et le sud-est du pays. Durant la période 1974-1982, le rythme de plantation a atteint 400 000 ha par an, puis a diminué jusqu'à environ 200 000 ha par an. Environ 90% des plantations brésiliennes appartiennent à d'importantes compagnies privées ou à des petits propriétaires.

Grâce au développement de ses plantations forestières, le Brésil couvre une part importante de ses besoins en bois : 7 millions d'hectares de plantations permettent de fournir 60% du volume de bois dont a besoin le Brésil, qui reste un des pays les plus peuplés du monde. La forêt naturelle brésilienne ne permet de couvrir que 40% de la consommation nationale en bois. Plus de la moitié des plantations est constituée des espèces suivantes : *Eucalyptus alba*, *E. grandis*, *E. saligna* et *E. tereticornis*.



Les Pins (principalement *P. taeda*, *P. elliottii*, *P. caribaea* et *P. oocarpa*) sont moins plantés que les Eucalyptus. Habituellement, les plantations de Pins sont éclaircies 3 à 5 fois avant la coupe à blanc, qui a lieu entre 16 et 25 ans.

Chaque année, environ 10 millions de m<sup>3</sup> de bois rond d'Eucalyptus et 6 millions de m<sup>3</sup> de bois rond de Pin sont exploités.

La réussite du Brésil en matière de plantations d'Eucalyptus (originaires d'Australie) et de Pins (originaires d'Amérique du Nord), constitue un modèle du genre. Le Brésil est reconnu pour ses compétences techniques concernant la production de charbon (à partir d'Eucalyptus) destiné à l'industrie sidérurgique. Son savoir-faire en matière de conception d'équipements de carbonisation simples et efficaces a été transféré dans plusieurs pays tropicaux désireux de développer l'utilisation d'énergies renouvelables à des fins industrielles.

### 1.3.2 Plantations forestières en Equateur

Les superficies des plantations mises en place en Equateur entre 1978 et 1990 sont les suivantes :

Année	Surfaces cumulées (ha)
1978	30 700
1980	43 000
1985	50 200
1989	60 000
1990	63 500*

\* Pour comparaison, la forêt naturelle équatorienne couvre environ 12 millions d'ha.

Les plantations sont principalement situées sur les hautes terres andines. L'objectif initial de ces plantations était la production de bois et la conservation des sols. Le genre *Eucalyptus* est très utilisé, en particulier l'espèce *Eucalyptus globulus*. De nombreuses autres essences ont été essayées avec plus ou moins de succès : Pins (*Pinus radiata*, *P. patula* et *P. roxburghii*), *Cupressus lusitanica*, *Juglans neotropica* et *Prunus serotina*.

Aujourd'hui, les plantations sont constituées à 70% d'Eucalyptus et 20% de Pins, le restant correspondant à des petites plantations de Teck et de Balsa.

La mise en place de mesures fiscales incitatrices par l'état équatorien a contribué à promouvoir le développement des plantations par des investisseurs privés et à financer la préparation de projets de boisement et reboisement.

2 000 ha sont plantés chaque année. La répartition par espèce est la suivante :

Année	Eucalyptus (ha)	Pins (ha)	Teak, Balsa et autres (ha)
Jusqu'en 1980	30 000	8 000	5 000
1980-1985	4 500	1 500	1 500
1985-1990	9 000	2 500	1 500



Aucun inventaire n'a été mené récemment, d'où l'absence de données mises à jour. Cependant, il apparaît que les nouvelles plantations sont essentiellement de type industriel. Durant ces dernières années, le Balsa (*Ochroma pyramidale*) a été plus fréquemment planté du fait des caractéristiques particulières de son bois (légèreté, excellent pouvoir isolant) ; l'utilisation des Balsa de plantation limite la pression de l'exploitation sur les peuplements naturels équatoriens.

*Eucalyptus globulus* est bien adapté aux conditions climatiques de l'Equateur ; il fournit un bois d'oeuvre apprécié, notamment en menuiserie. L'amélioration des pratiques sylvicoles et son utilisation croissante par l'industrie du bois correspond à un phénomène déjà observé au Chili : le bois d'*E. globulus* est aujourd'hui largement exporté de ce pays sous l'appellation « Chilean Oak » (Chêne du Chili). De la même façon, le Teck (*Tectona grandis*) est une essence dont l'utilisation en plantation devrait se développer du fait de ses caractéristiques technologiques particulièrement intéressantes et de la demande accrue sur le marché international. La sélection des meilleures provenances et l'amélioration des pratiques sylvicoles est, de ce fait, un objectif prioritaire pour les forestiers équatoriens.



**PARTIE II - CARACTÉRISTIQUES DES BOIS**  
**D'ESSENCES A CROISSANCE RAPIDE**







## PARTIE II - CARACTERISTIQUES DES BOIS D'ESSENCES A CROISSANCE RAPIDE

### 2.0 INTRODUCTION

Pour accompagner la rapide expansion des plantations d'essences à croissance rapide, il faut une amélioration correspondante des méthodes de transformation de leurs bois. A cet égard, il convient tout d'abord d'examiner les données de base que l'on a sur les caractéristiques générales, la qualité des bois et les utilisations actuelles de ces essences. Les questions suivantes se posent alors :

- Les caractéristiques des bois provenant de peuplements naturels des essences maintenant utilisées en reboisement ont été étudiées ; en revanche, on a des données encore insuffisantes sur leurs caractéristiques lorsqu'ils poussent en peuplements artificiels.
- On n'a guère d'expérience du comportement du bois de certaines essences de reboisement avec différentes méthodes de transformation industrielle.
- Le bois d'espèces hybrides aura probablement un comportement différent de celui des parents, mais seul un petit nombre de ces hybrides ont fait l'objet de tests industriels.

Toutes ces questions, et d'autres facteurs importants, ont été pris en considération dans la formulation de plans de développement industriel. C'est ainsi, par exemple, qu'en Papouasie-Nouvelle-Guinée on a étudié les caractéristiques des bois d'*Eucalyptus deglupta* provenant de peuplements naturels, et déterminé leurs utilisations potentielles, mais il faudra encore d'autres études et analyses pour déterminer à quel âge les plantations d'*E. deglupta* atteindront à peu près la même qualité de bois que les peuplements naturels.

*Acacia mangium* est un cas totalement différent. On a rarement utilisé industriellement son bois à partir de peuplements naturels, et ses caractéristiques sont relativement inconnues. En outre, on a largement utilisé cette essence en reboisements loin de son habitat d'origine. A l'heure actuelle, la plus grande partie des bois d'*A. mangium* exploités proviennent de jeunes plantations (< 15 ans), et sont utilisés pour la production de pâte. Il semble maintenant que le bois de cette essence pourrait avoir de nombreuses autres utilisations plus nobles, qu'il faudra explorer parallèlement à l'étude des caractéristiques de bois d'*A. mangium* plus âgés.

L'hévéa (*Hevea brasiliensis*) constitue encore un autre cas. Plantés à l'origine pour la production de latex, les hévéas sont maintenant exploités pour leur bois à l'âge de 25-30 ans, âge auquel le rendement en latex diminue. Dans ce cas, un facteur important à considérer est la qualité des grumes de diamètre relativement faible qui ont subi des blessures répétées associées à la saignée.

En résumé, on n'a que des données insuffisantes sur la qualité et les autres caractéristiques des bois d'essences tropicales à croissance rapide plantées en reboisement, en particulier les exotiques qui ne sont pas utilisées depuis très longtemps. Ces limitations, et l'importance croissante des bois tropicaux provenant de plantations, soulignent la nécessité de rassembler toute l'information disponible sur ces bois parallèlement à l'étude de leurs possibilités d'utilisation industrielle présentes et futures.

Les données présentées ici représentent une première tentative pour rassembler sous une forme condensée les connaissances actuelles sur certaines des essences de reboisement les plus en vogue actuellement : *Acacia mangium*, *Anthocephalus chinensis*, *Araucaria angustifolia*, *A. hunsteinii*, *Azadirachta excelsa*, *Eucalyptus deglupta*, *E. grandis*, *E. PF1*, *Gmelina arborea*, *Hevea brasiliensis*, *Ocoteles sumatrana*, *Paraserianthes falcataria*, *Peronema canescens*, *Pinus caribaea*, *P. kesiya*, *P. patula*, *Terminalia superba*, *Triplochiton scleroxylon*.



Les informations présentées dans ce rapport proviennent de recherches menées dans différentes parties du monde. En conséquence, les unités de mesure utilisées ne sont pas toujours uniformes. Lorsqu'on lit les données sur les essences mentionnées ci-dessus, il importe de noter que l'un des principaux critères de qualité du bois, la dureté, est exprimée dans deux unités de mesure différentes. Dans la plupart des pays, la dureté est mesurée en unités Janka, mais certains pays utilisent la norme française, en unités Monnin. Bien que ces deux unités, Janka et Monnin, s'appliquent à la dureté, on utilise pour la mesurer des méthodes différentes. Les essais comparatifs faits sur une large gamme d'essences tropicales indiquent qu'une conversion directe d'unités Janka en unités Monnin, ou vice-versa, donne des résultats variables ; on peut l'appliquer à certaines essences mais pas à d'autres. Cependant, appliquée avec prudence, la formule générale suivante peut être utilisée pour une comparaison ou une conversion initiale :

$$\text{Dureté Janka} = \text{dureté Monnin} \times 300$$

Les autres facteurs de conversion d'unités de mesure présentées ici sont les suivants :

Unité	Facteur de conversion
Longueur : .....	1 inch = 25,4 mm
Densité : .....	1 lb/ft <sup>3</sup> = 16,019 kg/m <sup>3</sup>
Force : .....	1 lbf = 4,45 N (newton)
.....	1 kgf = 9,80685 N
Force/longueur : .....	1 lbf/in = 0,1752 N/mm
Contrainte : .....	1 lbf/in <sup>2</sup> = 6,896 kPa (kilopascal) (ou 0,006896 N/mm <sup>2</sup> )
.....	1 kg/cm <sup>2</sup> = 0,09807 N/mm <sup>2</sup>
Travail par unité de volume : .....	1 in.lbf/in <sup>3</sup> = 6,896 kJ (kilojoule)/m <sup>3</sup> (ou 0,006896 mm.N/mm <sup>3</sup> )

Nous espérons que les données fournies pour chacune des essences mentionnées ci-dessus seront utiles pour les transformateurs actuels et potentiels ainsi que pour les autres parties intéressées. Il est cependant évident qu'elles devront être remises à jour au fur et à mesure des progrès de l'expérience et de la recherche.



## 2.1 CARACTERISTIQUES DES BOIS PAR ESSENCE

### ***Acacia mangium***

#### **A. DONNEES GENERALES**

**Famille :** Légumineuses

##### **Noms vernaculaires**

Brown salwood, Black wattle, Hickory wattle (Australie); Mangge hutan, Tongke hutan, Nak, Lai, Jerri (Indonésie); Arr (Papouasie-Nouvelle-Guinée); Mangium, Kayu SAFODA (Malaisie); Kra thin tepa (Thaïlande).

**Synonyme :** *Acacia glaucescens*

##### **Répartition**

*A. mangium* est spontané dans les forêts denses tropicales depuis le Nord Queensland (Australie) jusqu'aux îles Moluques, en passant par l'Irian Jaya et la Papouasie-Nouvelle-Guinée. C'est typiquement une essence de faible altitude, se trouvant principalement du niveau de la mer à 100 mètres d'altitude, sa limite supérieure étant de 780 mètres. Il est largement planté dans le Sud-Est asiatique et dans d'autres régions tropicales.

##### **Description de l'arbre et caractéristiques de croissance**

La taille de l'arbre adulte varie entre 7-10 m sur les sols pauvres et 25-35 m sur de bons sols. La hauteur de fût est d'environ la moitié de la hauteur totale. Le diamètre à hauteur d'homme peut excéder 60 cm. L'élagage naturel est rare. *A. mangium* est typiquement une essence pionnière exigeante en lumière. Il pousse bien sur les prairies d'*Imperata cylindrica*, et tolère des sols acides jusqu'à pH 4. Il a un système racinaire vigoureux mais superficiel, et il est sensible aux dégâts du vent. Dans son habitat naturel au Queensland, la moyenne des températures maxima du mois le plus chaud est de 31-34°C, tandis que la température du mois le plus froid peut descendre à 12-16°C. La pluviométrie annuelle varie de 1 000 mm à plus de 4 500 mm. La fructification est prolifique. Au Sabah, on a signalé que des sujets de 14 ans produisaient jusqu'à 1 kg de graines par an. Le principal problème rencontré jusqu'à présent est la pourriture du cœur, qui sévit dans certaines régions où on l'a introduit (mais pas dans toutes).

##### **Plantations**

En raison de sa croissance rapide et de son aptitude à survivre sur des sols pauvres, *A. mangium* est largement utilisé en reboisement pour des objectifs divers tels que production de bois à pâte, conservation des sols, combustible ligneux. Environ 42 000 hectares ont été plantés en Malaisie Péninsulaire et 50 000 hectares au Sabah. En Indonésie, des plantations à grande échelle sont faites dans la province de Riau (Nord Sumatra), à raison de 500-2 000 ha/an, tandis que dans le Sud de Sumatra on a fixé un objectif de 300 000 hectares. *A. mangium* est également planté à Taïwan, aux Philippines, au Bangladesh, en Chine méridionale et au Costa Rica.

Pour accélérer la germination, on trempe les graines pendant environ 30 minutes dans de l'eau amenée à ébullition et ensuite retirée du feu. L'espacement optimal reste à déterminer, mais un espacement de 3 m x 3 m est couramment utilisé. La fertilisation est rarement pratiquée et, quand elle a lieu, les doses sont variables.

Dans des reboisements industriels de la Sabah Softwoods Sdn. Bhd., des peuplements de 4 ans produisent en moyenne jusqu'à 27 m³/ha/an. A Sabah on a expérimenté en outre des hybrides *A. mangium* x *A. auriculiformis* pour chercher à réduire le problème de pourriture du cœur, ce qui aurait donné des résultats positifs. A part la pourriture du cœur, on ne signale aucun parasite ou maladie sérieux.



## B. CARACTERISTIQUES DU BOIS

### Description

La couleur de l'aubier varie de blanc crème à brun clair. Le bois de coeur est brun foncé. Le bois est à fil droit, dépourvu de thylles, et le canal médullaire est étroit.

### Caractéristiques physiques

La densité apparente est de 0,420-0,483 g/cm<sup>3</sup>. Des échantillons de bois de plantations âgées de 15 ans montrent une densité apparente de 0,320 g/cm<sup>3</sup> au coeur et 0,470 g/cm<sup>3</sup> vers l'extérieur. Les retraits totaux sont de 6,5% tangentiellement, 2,6% radialement et 0,25% dans le sens des fibres. Le retrait tangentiel et radial du bois, de l'état saturé à l'état sec à l'air, est respectivement de 2,6% et 1,4%. Les bois sont stables à très stables.

### Caractéristiques mécaniques

Elles varient d'un endroit à un autre. Pour la Malaisie Péninsulaire et le Sabah on a les données suivantes :

Origine	H (%)	Masse volumique (kg/m <sup>3</sup> )	F <sub>12</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	E <sub>L</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	C <sub>12</sub> (N/mm <sup>2</sup> )		Cis (N/mm <sup>2</sup> )	Fend (N/mm)		Dureté Brinell	
					Pa	Pe		R	T	Pe	Pa
Malaisie											
12 ans	15	570	97	10 800	43,4						
9 ans	15	480	113	10 700	43,3		17,3				
8 ans	15	480	97	9 600	45,2		17,1				
6 ans	15	520	102	10 800	48,5		15,8				
Sabah (13 ans)	15	620	105	12 300	50,1		9,3			11	22

H : humidité F<sub>12</sub> : contrainte de rupture en flexion statique E<sub>L</sub> : module d'Young C<sub>12</sub> : contrainte de rupture en compression Cis : contrainte de rupture en cisaillement Fend : résistance au fendage  
Pa : parallèle au fil Pe : perpendiculaire au fil R: Radial T: Tangentiel

## C. CARACTERISTIQUES DE MISE EN OEUVRE

Le sciage, le rabotage, le perçage et le ponçage sont aisés. La face usinée est lisse et brillante. Le peluchage est rare. Le séchage est satisfaisant si l'on utilise un programme approprié. Des arbres âgés de 15 ans donnent un rendement de 11,4% à 60,6% au sciage, selon la qualité et la taille des grumes. Les faibles rendements au sciage peuvent généralement être attribués aux attaques de champignons, aux noeuds, aux fentes et autres défauts dus aux contraintes de croissance ainsi qu'aux galles. Le bois a tendance à se déformer. Sa durabilité est faible, et le traitement Cu-Cr-As est difficile. Le collage est satisfaisant avec les résines phénoliques, plus problématique avec les résines urée-formol.

## D. UTILISATIONS

Les sciages sont actuellement utilisés pour les meubles, l'ébénisterie, les portes, les châssis de fenêtres, etc. Les résultats d'essais indiquent comme utilisations futures possibles : le contreplaqué, les bois de placages lamellés (LVL), les panneaux de particules, les panneaux bois-ciment et les panneaux de fibres de moyenne densité. La fabrication de contreplaqué pour l'usage intérieur est possible moyennant un choix attentif des bois en fonction de l'aspect décoratif et de l'absence de noeuds. *A. mangium* n'est pas considéré comme approprié pour les parquets.



## BIBLIOGRAPHIE

1. Mangium and Other Fast-growing Acacias for the Humid Tropics. Report of an Ad Hoc Panel of the Advisory Committee on Technology Innovation of the National Academy of Sciences. National Academy Press. Washington, D.C.1983
2. KAMIS, AWANG and TAYLOR, DAVID (edited). 1993. *Acacia mangium* : Growing and Utilization. Winrock International and The Food and Agriculture Organization of the United Nations. Bangkok, Thailand.
3. RAZALI A.K. and WONG E.D. Laminated Veneer Lumber(LVL) from Forest Plantation Thinnings and Agricultural Wastes : *Acacia mangium* and *Hevea brasiliensis*. International Symposium on the Utilization of Fast-Growing Trees. Nanjing, China. 15-23 October 1994.
4. KOHJI MURATA and al. Conversion of *Acacia mangium* into Sawn Lumber. International Symposium on the Utilization of Fast-Growing Trees. Nanjing, China. 15-23 October 1994.
5. TI TEOW CHUAN and TANGAU,WILFRED M., 1991. Cultivated and Potential Forest Plantation Tree Species With Special Reference to Sabah.



## ***Anthocephalus chinensis***

### **A. DONNEES GENERALES**

**Famille :** Rubiacées

**Synonyme :** *Anthocephalus cadamba*

#### **Noms vernaculaires**

Kalampayan (Indonésie, Malaisie); Simpoh (Sarawak) ; Kaatoan bangkal (Philippines) ; Takoo (Thaïlande) ; Kadam (Inde) ; Labula (Papouasie-Nouvelle-Guinée).

#### **Répartition**

Toute l'Asie tropicale : Inde, Est du Népal, Birmanie, Thaïlande, autres pays d'Indochine, Indonésie, Philippines, autres îles du Sud-Est asiatique et Papouasie-Nouvelle-Guinée.

#### **Description de l'arbre et caractéristiques de croissance**

*A. chinensis* pousse souvent sur des alluvions le long des cours d'eau sous des pluviométries de 1 500 à 5 100 mm. On le trouve à des altitudes de 0 à 800 mètres, avec des températures variant entre 3° et 38°C. Sa hauteur moyenne est de 30 à 40 mètres, et le diamètre moyen de l'ordre de 50 cm, mais pouvant atteindre 80 à 100 cm dans son habitat naturel en conditions favorables. Le fût est rectiligne et cylindrique, sans branches sur une grande hauteur, et dépourvu de contreforts. Il fructifie abondamment tous les ans.

#### **Plantations**

*A. chinensis* est une essence de lumière, et les stations les plus favorables sont les berges de cours d'eau à condition qu'elles soient bien drainées. Aux Philippines, on a signalé des arbres qui avaient atteint à l'âge de 2 ans et 4 mois une hauteur de 12,3 m et un diamètre de 16,2 cm, passant à l'âge de 9 ans à 17,6 m (9,5-26,7 m) et 25,3 cm (10-42 cm). Sur une station favorable à Mindanao, on a observé un accroissement annuel moyen de 50 m<sup>3</sup>/an. Les graines sont prétraitées avant le semis par trempage dans l'eau chaude à 38°C, qu'on laisse ensuite refroidir pendant 12 heures. Les jeunes plants sont très sensibles à la fonte des semis, causée par des champignons du sol. On peut y remédier en utilisant une terre stérilisée et en assurant un bon drainage. Les espacements dépendent de l'objectif du reboisement. Un faible espacement favorise l'élague naturel et parfois même l'éclaircie naturelle.

### **B. CARACTERISTIQUES DU BOIS**

#### **Description**

Il n'y a pas de différence distincte de couleur entre l'aubier et le bois de coeur, tous deux étant blancs ou jaune-brun clair. Le fil du bois est enchevêtré, et le grain est grossier. On trouve des vaisseaux isolés ou accolés, disposés radialement. Le canal médullaire est peu important, et le bois ne contient pas de silice.

#### **Caractéristiques physiques**

Des grumes provenant de l'île de Nouvelle-Bretagne en Papouasie-Nouvelle-Guinée, d'un diamètre moyen de 76 cm, avaient une densité sec à l'air de 0,42 g/cm<sup>3</sup> (0,30-0,47 g/cm<sup>3</sup>). Pour des grumes de même origine de 45 cm de diamètre à hauteur d'homme, la densité du bois sec à l'air est de 0,42 g/cm<sup>3</sup> (0,28-0,46 g/cm<sup>3</sup>). Ces valeurs décroissent de la surface de la grume vers le coeur.

Le retrait de séchage, entre l'état saturé et l'état sec à l'air, est de 1,0% (0,8-1,2%) radialement et de 3,9% (3,2-4,4%) tangentiellement. Le taux d'absorption d'humidité par 24 heures est de 0,15-0,16 g/mm<sup>2</sup> en bout et de 0,08 g/mm<sup>2</sup> sur les faces. Le bois de coeur est peu résistant et non durable. Si on ne le traite pas, le bleuissement apparaît très rapidement.



## Caractéristiques mécaniques

Des spécimens des Philippines, de Malaisie Péninsulaire, de Papouasie-Nouvelle-Guinée et du Sabah présentent les valeurs suivantes :

Origine	H (%)	Masse volumique (kg/m <sup>3</sup> )	F <sub>12</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	E <sub>L</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	C <sub>12</sub> (N/mm <sup>2</sup> )		Cis (N/mm <sup>2</sup> )	Fend (N/mm)		Dureté Janka (N)	
					Pa	Pe		R	T	Pe	Pa
Philippines	vert	310	34,5	5100	19,1	9,7				1638	2059
Malaisie	17,8	450	50	7700	27,9	1,7	6,4	31	37	1960	
P.N.G.	12	467	74,5	9800	41,3		11,3		60	2536	
P.N.G.	15	420	87	6600	34		8,5			9*	37*
Sabah	12	368-480	77	8700	44					2670	

H : humidité F<sub>12</sub> : contrainte de rupture en flexion statique E<sub>L</sub> : module d'Young C<sub>12</sub> : contrainte de rupture en compression Cis : contrainte de rupture en cisaillement Fend : résistance au fendage Pa : parallèle au fil Pe : perpendiculaire au fil R : Radial T : Tangentiel

\* : Dureté Brinell

## C. CARACTERISTIQUES DE MISE EN OEUVRE

Le sciage peut se faire efficacement à la scie à ruban ou à la scie circulaire. La puissance requise n'est pas excessive. Des sciages de 27 mm d'épaisseur sèchent bien en cinq jours environ avec humidification périodique pour une température humide de 45°C et une température sèche de 50°C. Des températures plus basses sont recommandées en début de séchage parce que le bois a tendance à se fendre en dépit de sa densité relativement élevée. Le gauchissement lors du séchage est minime. Lors du rabotage, le peluchage est peu fréquent, et les surfaces prennent un beau poli. La résistance des points de collage au cisaillement est bonne avec des colles phénoliques et urée-formol. La tenue de la peinture est bonne avec un temps de durcissement minimal pour les résines polyester et une bonne adhérence des résines nitro-cellulosiques.

*A. chinensis* convient pour la fabrication de contreplaqué. Il se déroule facilement et les placages prennent une belle finition. Les fentes sont minimales. Le placage sèche bien, et il a un bon comportement au collage.

## D. UTILISATIONS

Le bois est relativement léger. Il ne présente pas d'anomalies de couleur ou de grain, et n'a pas tendance à se gauchir. On l'utilise pour les meubles, les cadres de tableaux, les placages d'âme et de parement et divers autres emplois ne nécessitant pas une grande résistance mécanique. Le principal emploi jusqu'à présent a été la production de pâte. Pourtant des essais effectués en 1937 avaient déjà montré son aptitude à produire du contreplaqué d'une qualité approchant celle du Meranti et du Lauan.

## BIBLIOGRAPHIE

1. LEE YEW HON, ENGKU ABDUL RAHMAN bin CHIK YUE PUN. 1974. The Strength Properties of Some Malaysian Timbers. Malaysian Forest Service Trade Leaflet No.34.
2. CHUDNOFF M. 1979. Tropical Timbers of the World. Forest Products Laboratory, Forest Service, U.S.D.A.



3. BOLZA E and KLOOT N.H., 1966. The Mechanical Properties of 81 New Guinea Timbers. Technical paper No.41. C.S.I.R.O., Australia .
4. Properties and Uses of Papua New Guinea Timbers. Forest Products Research Center, Department of Forests, Papua New Guinea. 1973.
5. Lesser-Known Timber species of SEALPA Countries. South East Asia Lumber Producers Association. 1980.
6. LAURICO F.M. and BELLOSILLO, S.B. 1996. The Mechanical and Related Properties of Philippine Woods. The Lumberman 12 - 5.
7. The Properties of Tropical Woods : Studies on the Utilization of Ten Species from Kalimantan and New Guinea. Bulletin of the Government Forest Experiment Station (292). Wood Technology Division and Forest Products Chemistry Division. Wood Technology Association of Japan. 1974.
8. Properties of Some Papua New Guinea Woods. Bulletin of the Government Forest Experiment Station (292, 294). Working Group on Utilization of Tropical Woods. 1977.
9. 300 Useful Wood Species of the World. Wood Technology Division. Wood Technology Association of Japan. 1975.
10. KITANO S. 1974. *Anthocephalus cadamba* (l), (2). The Tropical Forestry Bulletin 8, 9.
11. TI TEOW CHUAN & TANGAU, WILFRED M. 1991. Cultivated. and Potential Forest Plantation Tree Species With Special Reference to Sabah.



## ***Araucaria angustifolia***

### **A. DONNEES GENERALES**

**Famille botanique :** Araucariacées

#### **Noms vernaculaires**

Pinho brasileiro, Pino colorado, Cury, Candelabra tree, Pino, Pinho, Vermelho, (Brésil) ; Parana pine (Royaume-Uni) ; Pin de Parana (France) ; Pinho do Parana, Curiy (Portugal) ; Pinheiro do Parana, Pinheiro do Brasil, Pino Parana (Argentine) ; Pinheiro do Brasil, Pino brasilen, Pino misionero, Cori, Pino blanco (Paraguay).

**Synonymes :** *Araucaria brasiliensis*

#### **Répartition géographique**

L'aire naturelle de répartition de *A. angustifolia* couvre la région sud du Brésil (Parana notamment) qui correspond aux conditions de croissance optimum de cette espèce. On la rencontre aussi localement dans certaines régions du Paraguay ainsi que dans l'état de Misiones en Argentine. Alors que son aire naturelle de répartition se situe entre 18° et 30° de latitude sud, sa zone d'exploitation et de commercialisation est plus restreinte (entre 22° et 28° de latitude sud). Dans la partie nord de cette zone, elle est absente en dessous de 800 m tandis que plus au sud, on peut la rencontrer jusqu'à 500 m. En général, son aire de prédilection se situe entre 700 et 1200 m d'altitude.

#### **Description de l'arbre et caractéristiques de croissance**

Les arbres atteignent 25 à 50 m de hauteur, et leur diamètre à la base peut atteindre 0,90 m (exceptionnellement 1,20 m). Le fût est droit, cylindrique (très faible conicité), et dépourvu de branches basses. Le houppier est plat et les branches se redressent vers le haut de façon caractéristique.

Le Pin de Parana est une essence tempérée à subtropicale, mais la partie nord de son aire naturelle de répartition empiète sur la zone tropicale. On le rencontre à des altitudes relativement élevées caractérisées par des températures moyennes tempérées : entre 8°C et 14°C pour le mois le plus froid, et entre 18°C et 24°C pour le mois le plus chaud. Les précipitations annuelles moyennes varient entre 1300 et 2200 mm, réparties régulièrement le long de l'année. *A. angustifolia* ne supporte pas une saison sèche trop longue.

Il est tolérant à un assez grand éventail de sols : granitiques, basaltiques, gréseux, schisteux, ou constitués de diorite ou de phyllite. Il est davantage sensible à la richesse du sol et à sa capacité de rétention d'eau qu'à sa structure ; cependant, il peut s'adapter à des sols pauvres et superficiels bien que des sols profonds et fertiles lui conviennent mieux du fait de son système racinaire pivotant. Ainsi, il arrive que de jeunes arbres dépérissent vers 6 à 8 ans puis meurent lorsque leurs racines atteignent des couches rocheuses peu profondes.

#### **Plantations**

Le Pin de Parana est largement utilisé en plantation dans son aire naturelle de répartition, notamment dans le sud du Brésil, pour la production de bois d'oeuvre. Il a été introduit dans d'autres pays, notamment en Australie (Queensland), en Afrique du Sud, au Burundi, au Congo, au Rwanda, et au Kenya.

La germination peut être longue. Des expérimentations menées en Tanzanie ont montré que des graines stockées 4 mois (resp. 9 mois) avaient un temps de germination de 105 jours (resp. 101 jours).

L'espacement de plantation est très variable suivant la région, et à l'intérieur d'une même région, suivant le site ; cependant, il est généralement conseillé d'adopter un espacement de 2 m x 2 m à 3,5 m x 3,5 m.

L'élagage est nécessaire pour produire du bois d'oeuvre de bonne qualité ; cette opération doit avoir lieu à partir de 8 ans. Les rythmes d'éclaircies dépendent des objectifs de gestion. Pour la production de bois d'oeuvre de qualité, il est recommandé que la première éclaircie se fasse en même temps que l'élagage.



La production annuelle moyenne d'arbres âgés de 23 ans peut varier de 15 à 20 m<sup>3</sup>/ha. A 50 ans, le diamètre à 1,30 m peut atteindre 40 à 50 cm.

Les arbres sur pied sont fréquemment attaqués par *Araucarius ruehmi*, *Araucarius brasiliensis*, et *Phrasterothrips conducens* (insectes), ainsi que par *Uleiella paradoxa*, *Phomopsis araucariae*, et *Armillaria mellea* (champignons).

## B. CARACTERISTIQUES DU BOIS

### Description

L'aubier est étroit, blanc à jaunâtre, et fonce à la lumière ; sur bois sec, il est peu différencié du duramen. Le duramen présente des bandes rougeâtres ou violacées. Le fil est droit, parfois irrégulier. Le grain est fin à moyen, relativement uniforme. Le bois sec ne dégage pas d'odeur prononcée.

### Caractéristiques physiques et mécaniques

Dans le tableau ci-dessous sont présentées les valeurs moyennes des caractéristiques déterminées sur des bois à 12% d'humidité (les valeurs minimum et maximum correspondantes sont données entre parenthèses).

Origine	H (%)	Masse volumique (kg/m <sup>3</sup> )	F <sub>12</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	E <sub>L</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	C <sub>12</sub> (N/mm <sup>2</sup> )		Cis (N/mm <sup>2</sup> )	Fend (N/mm)		Dureté Monnin
					Pa	Pe		R	T	
Brésil	12	540 (450-590)	98 (81-121)	10 500 (8 400-12 900)	54 (45-62)		5,6 (4,5-6,1)			2,5 (1,7-3,1)

H : humidité    F<sub>12</sub> : contrainte de rupture en flexion statique    E<sub>L</sub> : module d'Young    C<sub>12</sub> : contrainte de rupture en compression    Cis : contrainte de rupture en cisaillement    Fend : résistance au fendage  
Pa: parallèle au fil    Pe: perpendiculaire au fil    R: Radial    T: Tangentiel  
Dureté Janka ≈ Dureté Monnin x 300

## C. CARACTERISTIQUES DE MISE EN OEUVRE

### Durabilité

Les grumes de *A. angustifolia* doivent être traitées en forêt juste après l'abattage du fait de leur faible durabilité naturelle (faible résistance aux termites, aux champignons, notamment de pourriture cubique). Le duramen est difficilement imprégnable. L'aubier est très facilement et rapidement imprégnable : un trempage de quelques minutes est suffisant pour obtenir un traitement satisfaisant.

Selon la norme européenne EN 350 - 2 (1993), *A. angustifolia* est considéré comme :

- faiblement à moyennement résistant aux champignons (groupe 3 - 4),
- sensible aux attaques des termites, de *Hylotrupes* et de *Anobium*,
- peu imprégnable (duramen classé dans le groupe 3).

L'utilisation du bois d'*A. angustifolia* n'est pas conseillée en cas de risque d'exposition temporaire ou permanente à une source d'humidité.

### Sciage, déroulage, usinage

La libération des contraintes de croissance peut poser des problèmes durant les opérations de sciage et d'usinage et provoquer d'importantes déformations des débits. Cependant, le bois est facile à travailler et donne un fini soigné. Il n'est pas particulièrement désaffûtant, mais des lames à dentures stellitées sont conseillées pour le sciage. Pour les opérations ultérieures d'usinage, des outils ordinaires sont suffisants. Le Pin de Parana se déroule facilement après étuvage à 75°C, mais la résistance des placages en traction est faible.



## Séchage

*A. angustifolia* est considéré comme une essence plus difficile à sécher que les autres conifères. Les bois présentant des zones de couleur plus sombre (bois de compression) ont tendance à se déformer et doivent être séchés lentement. Afin de limiter les risques de déformations, les piles de bois doivent être chargées lors du séchage. Après séchage artificiel, une stabilisation prolongée permet d'homogénéiser l'humidité sur la section. Une fois mis en oeuvre, le bois est moyennement stable.

## Assemblage et finition

Les opérations de clouage, vissage, collage et finition ne posent pas de problème particulier. Le bois d'*A. angustifolia* est faiblement résineux.

## D. UTILISATIONS

Le Pin de Parana est utilisé principalement en structure, pour la fabrication d'éléments lamellés-collés et de panneaux en bois massif reconstitué. Il convient aussi pour la fabrication de panneaux de particules et de panneaux MDF. Il ne donne pas un charbon de bonne qualité.

Il est employé surtout en construction, mais il convient aussi en aménagement intérieur. Il est utilisé pour la fabrication de moulures, de cloisons intérieures, de pièces de charpentes, d'escaliers, de parquet, de cadres et de battants de fenêtre, de portes palières, de portes intérieures. Etant peu durable, il est nécessaire de lui appliquer un traitement de préservation pour des utilisations en extérieur et en cas de risques d'attaques de champignons (risque d'humidification).

Cette essence est utilisée aussi bien en ébénisterie que pour la fabrication de meubles courants, de mobilier de cuisine, de pièces de meubles courants. Il sert, de plus, à la fabrication d'allumettes, de manches de brosse, de manches à balais, de manches d'outils, d'outils agricoles, de pièces de tonnellerie (couvercles de barriques), ainsi qu'en apiculture. Le bois est employé pour la fabrication de palettes, de caisses, de containers et récipients à vocation alimentaire ou non, d'emballages divers (cagettes, cageots) pour les fruits et légumes sous réserve d'un traitement anti-bleuissement. Il est apprécié pour son grain fin, sa faible teneur en résine, et son absence d'odeur. D'autres utilisations plus marginales sont envisageables : piquets de clôture, barrières et bois ronds sous différentes formes.

Le Pin de Parana convient en déroulage pour la fabrication de placages et de contreplaqué dont le collage ne pose pas de problème particuliers. Les déchets de scierie et les produits d'éclaircie sont utilisés en papeterie (bois à fibres longues).

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. AROSTEGUI A. V., 1974. Estudio tecnologico de maderas del Peru (zona Pucallpa) - vol.1 - Caracteristicas tecnologicas y usos de la madera de 145 especies del pais. Ministerio de Agricultura / Universidad Nacional Agraria La Molina (TECMA), Programa 1132, Proyecto 1132-02. Investigaciones forestales, 483 p.
2. CEN, 1993. Norme EN 350-1. Durabilité du bois et des matériaux dérivés du bois - Durabilité naturelle du bois massif - Partie 1: Guide des principes d'essai et de classification de la durabilité naturelle du bois. Norme Européenne.
3. CHUDNOFF M., 1984. Tropical Timbers of the World. Agriculture Handbook n° 607. Forest Service, United States Department of Agriculture, Madison, 464 p.
4. CIRAD-Forêt. Base de données sur les caractéristiques technologiques des bois tropicaux.



5. CIRAD-Forêt (ex CTFT), 1965. Pin de Parana. Information technique n° 209, Nogent sur Marne.
6. CIRAD-Forêt - CTBA, 1982. Guide pour le choix des essences déroulables pour la fabrication du contreplaqué. 226 p.
7. CIRAD-Forêt - CTBA, 1985. Guide pour le choix des bois en menuiserie. 162 p.
8. BERNI, BOLZA et CHRISTENSEN, 1979. South American Timbers - The Characteristics, Properties and Uses of 190 Species. CSIRO, Melbourne.
9. ELBEZ G. et BENTZ D., 1991. Le collage du bois. CTBA, 216 p.
10. Forest Products Research Laboratory, Princes Risborough Laboratory. Handbook of Softwoods, (HMSO, 1977), 63 p.
11. ITTO, CIRAD-Forêt, 1990. Tropical Timber Atlas of Latin America. CTFT, 218 p.
12. de LIGNE A., GUIZOL P., 1987. Synthèse des recherches forestières effectuées au Burundi. Institut des Sciences Agronomiques du Burundi (ISABU) / Administration Générale de la Coopération au Développement (AGCD), Bruxelles, Publications Agricoles n° 12.
13. Madereiros Exportadores Brasileiros S.A. (MADEBRAS S/A). Fiche technique : Pin Brésilien ou Pin du Parana. 21 rue Vernet 75008 Paris.
14. NTIMA O.O., 1968. The Araucarias. Fast Growing Timber Trees of the Lowland Tropics n° 3, Commonwealth Forestry Institute, Department of Forestry, University of Oxford.
15. SALLENAVE P., 1955. Propriétés physiques et mécaniques des bois tropicaux de l'Union française CTFT, 127 p.
16. SALLENAVE P., 1971. Propriétés physiques et mécaniques des bois tropicaux de l'Union française. Deuxième supplément. CTFT, 123 p.



## ***Araucaria hunsteinii***

### **A. DONNEES GENERALES**

**Famille :** Araucariacées

#### **Noms vernaculaires**

Araucaria (Papouasie-Nouvelle-Guinée); Son-nam (Thaïlande); Klinki Pine

**Synonymes :** *A. schumanniana*, *A. klinki*

#### **Répartition**

Largement distribué en Papouasie-Nouvelle-Guinée. Introduit à échelle expérimentale en Australie, en Malaisie Péninsulaire et aux Philippines.

#### **Description de l'arbre et caractéristiques de croissance**

*Araucaria hunsteinii* est un très grand arbre de forme symétrique, qui atteint 90 mètres de hauteur. Le fût est rectiligne, cylindrique, net de branches jusqu'à plus de 35 mètres de hauteur. Son diamètre peut excéder 100 cm. En l'absence de gelées et de forts vents, on le rencontre souvent dans la forêt submontagnarde à Fagacées entre 520 et 2 100 mètres d'altitude. Il préfère des stations bien drainées, notamment sur sols alluviaux et volcaniques, de texture lourde, argileux ou limoneux avec un pH de 5,5-6,5. C'est sans doute l'arbre le plus haut de la région malaise.

*Araucaria hunsteinii* prospère dans des climats à moyennes de températures maximales de 24° à 32°C, et à moyenne de températures minimales de 18° à 24°C. Dans son aire naturelle, la pluviométrie varie de 1 600 à 4 000 mm. Il n'est pas résistant au gel.

#### **Reboisements**

*Araucaria hunsteinii* peut être multiplié par graines ou par boutures. L'inoculation de mycorhizes est indispensable pour une bonne croissance initiale. Les semis sont bons à planter à l'âge de 18-24 mois. L'espacement habituel est de 2,5 x 3 m ou 2,8 m x 3 m. Les boutures racinées poussent plus vite que les semis de même âge. Les arbres commencent en général à produire des cônes à 15-25 ans. En plantations, l'accroissement annuel moyen en volume est de 11-14 m³/ha, mais dans certaines plantations il atteint 20-30 m³/ha.

En Malaisie Péninsulaire, les plantations sont attaquées par *Coptotermes curvignathus*, contre lequel on peut lutter par traitement chimique du sol et par enlèvement immédiat des arbres abattus et des souches.

### **B. CARACTERISTIQUES DU BOIS**

#### **Description**

Le bois de coeur est jaune-brun pâle, avec parfois une nuance rosée, et n'est pas nettement distinct de l'aubier, de couleur paille, qui peut avoir jusqu'à 150 mm d'épaisseur. Le bois est naturellement lustré, avec parfois des veines violacé pâle. Les cernes d'accroissement ne sont généralement pas distincts, et le bois n'est pas figuré. Le fil est droit. Le grain est remarquablement fin et régulier.

#### **Caractéristiques physiques**

Le bois est léger et tendre. Sa densité est d'environ 450 kg/m³ à 12% d'humidité. Dans des conditions tropicales il est considéré comme non durable en contact avec le sol, et est sujet aux attaques de termites, aux piqûres et aux xylophages marins.



En revanche, il résiste aux attaques de *Lyctus*, et est relativement facile à imprégner. Le retrait est faible à modéré, 2,2-2,5% dans le sens radial et 3,8-4% dans le sens tangentiel entre l'état vert et 12% d'humidité.

### Caractéristiques mécaniques

On a relevé pour *Araucaria hunsteinii* en Papouasie-Nouvelle-Guinée les données suivantes :

Origine	H (%)	Masse volumique (kg/m³)	F <sub>12</sub> (N/mm²)	E <sub>L</sub> (N/mm²)	C <sub>12</sub> (N/mm²)		Cis (N/mm²)	Fend (N/mm)		Dureté Janka (N)	
					Pa	Pe		R	T	Pe	Pa
P.N.G.	vert	450	42	10 000	22	2,5	4,5	25	28		2 310
	12		77	11 940	44	4,5	9,5	38	54		3 940

H : humidité    F<sub>12</sub> : contrainte de rupture en flexion statique    E<sub>L</sub> : module d'Young    C<sub>12</sub> : contrainte de rupture en compression    Cis : contrainte de rupture en cisaillement    Fend : résistance au fendage    Pa : parallèle au fil  
 Pe : perpendiculaire au fil    R: Radial    T: Tangentiel  
 Dureté Janka ≈ Dureté Monnin x 300

### C. CARACTERISTIQUES DE MISE EN OEUVRE

Le bois est facile à travailler à la main et à la machine. Il est également facile à dérouler, et constitue un excellent matériau pour la fabrication de placage et de contreplaqué. Il sèche bien, avec peu ou pas de dégradation, bien qu'il faille prendre des précautions pour éviter le bleuissement. Les températures recommandées pour le séchage de planches de 25 mm d'épaisseur, de l'état vert à 15% d'humidité, sont de 80°- 90°C pour la température sèche, et de 55°- 65°C pour la température humide.

Le bois prend une belle finition, et prend uniformément les peintures, vernis et laques sans nécessiter de bouche-porage. Sa couleur attrayante le rend particulièrement apte à l'application d'une finition incolore. Il se colle et se cloue bien.

### D. UTILISATIONS

*Araucaria hunsteinii* fournit un excellent bois qui est utilisé pour toutes sortes de constructions légères et d'usages intérieurs tels que moulures, revêtements, lambris, parquets, étagères, tiroirs, menuiserie courante, meubles et ébénisterie. Il a des applications spéciales telles qu'allumettes, boîtes d'allumettes, manches à balai, séparateurs de batteries, outils agricoles. Il fournit un contreplaqué de haute qualité. Les bois provenant de reboisements fournissent d'autre part une pâte de première qualité à mélanger à de la pâte de feuillus. Dans la région malaise plusieurs espèces d'*Araucaria* sont utilisées comme arbres d'ornement.

Par comparaison avec de nombreuses autres essences de reboisement, *Araucaria hunsteinii* fournit un excellent bois pouvant être employé pour une diversité de produits à forte valeur ajoutée tels que meubles, moulures, lambris, etc. Il est souhaitable d'encourager les plantations de cette essence intéressante à croissance relativement rapide.

### BIBLIOGRAPHIE

1. DARUS H.A., NG, F.S.P. & SABARIAH A. 1982. Vegetative propagation of *Araucaria hunsteinii* by Cuttings. Malaysian Forester 45 : 81-83.



2. ENRIGHT N.J., 1982. The Araucaria Forests of New Guinea. In : Gressitt J.L. (Editor) : Biogeography and Ecology of New Guinea. Monographiae Biologica 42. Dr. W. Junk Publishers. The Hague, Boston, London. pp. 381-399.
3. GRAY B., 1976. Infestation, Susceptibility and Damage of Araucaria Plantations in Papua New Guinea by *Hylurdretonus araucariae* Schedl (Coleoptera, Scolytidae) . Bulletin of Entomological Research 66: 695-711.
4. STREIMANN H., 1974. Klinki pine, *Araucaria hunstenii* (A. *Klinkii*) Araucariaceae. Timber Species Leaflet No 3. 4 pp.
5. THO Y. P., The Termite Problem in Plantation Forestry in Peninsular Malaysia. Malaysian Forester 37 : 278 - 283.



## ***Azadirachta excelsa***

### **A. DONNEES GENERALES**

**Famille :** Méliacées

#### **Noms vernaculaires**

Ranggau, Sentang (Malaisie) ; Maranggo, Bagalunga (Philippines) ; Tiam, Giant Neem (Thaïlande) ; Kiaju Bewang, Surian Bawang (Indonésie).

**Synonymes :** *Melia excelsa*, *Azadirachta integrifolia*

#### **Répartition**

Se trouve principalement dans les forêts de plaines et sur les collines. Indigène de Bornéo, de Thaïlande, des Philippines et de Malaisie. Il est maintenant largement planté en Thaïlande.

#### **Description de l'arbre et caractéristiques de croissance**

Cette essence pousse généralement dans les forêts mélangées à diptérocarpacées. C'est un grand arbre à feuilles persistantes, à croissance rapide, qui peut atteindre une hauteur de 30-40 mètres avec un diamètre de 80-120 cm. Il a un fût exempt de branches sur une bonne hauteur, mais parfois cannelé. L'écorce des jeunes arbres est de couleur rosée ou gris brun et lisse, devenant ensuite brunâtre ou jaune grisâtre, fissurée et fibreuse, se détachant en écailles oblongues sur les arbres âgés.

Cette essence prospère sur des sols fertiles, profonds et bien drainés avec une pluviométrie annuelle moyenne de 1 500 mm et plus. Sa croissance est meilleure en plaine ou sur des plateaux de 200-300 mètres d'altitude que sur les pentes ou en montagne.

#### **Plantations**

L'essence pousse plus vite en plantation qu'à l'état sauvage. En Malaisie et dans le sud de la Thaïlande, on la plante généralement en bords de routes et en limites de propriétés agricoles, ou en mélange dans les plantations d'hévéas. La première coupe se fait généralement à 5-6 ans, lorsque le diamètre à hauteur d'homme est de 20-30 cm. Après abattage, l'arbre rejette bien de souche, les rejets poussant plus vite que les plants initiaux issus de semis. On peut faire une deuxième coupe en laissant un ou deux brins par souche. Le peuplement initial peut fournir deux ou trois coupes.

### **B. CARACTERISTIQUES DU BOIS**

#### **Description**

L'aubier est de couleur paille ou rouge pâle, et est moyennement distinct du bois de cœur, qui est brun rougeâtre. Le bois est contrefilé. Le grain est assez grossier et irrégulier. Les cernes d'accroissement sont présents et bien visibles, en raison de la tendance du bois à former des zones poreuses, bien que celles-ci ne soient pas invariablement présentes. Les vaisseaux sont assez larges, peu nombreux et généralement solitaires dans la zone de bois initial. En dehors de celle-ci, les vaisseaux sont de taille moyenne, isolés ou en groupes radiaux de 2 ou 3 et ouverts, ou avec des dépôts de gomme. Le parenchyme du bois est peu abondant, apotrachéal dans les bandes terminales et paratrachéal sous forme de minces manchons entourant les vaisseaux (parenchyme circumvasculaire). Le bois est souvent comparé à celui de l'acajou véritable (*Swietenia macrophylla*), mais il n'a pas ses qualités de faible retrait et de stabilité.

#### **Caractéristiques physiques**

Le bois est mi-dur et mi-lourd. Sa densité sec à l'air est de 560-770 kg/m³. Dans des conditions tropicales, il est moyennement durable, mais l'aubier est sujet aux attaques de champignons responsables des taches colorées. Le retrait, selon les cas, est faible à important. Aux Philippines, on a signalé un retrait radial de 2,2% et tangentiel de 4,3% entre l'état vert et le bois sec à l'air, et un retrait radial de 2,3% et



tangentiel de 3,2% entre l'état sec à l'air et l'état anhydre. En Malaisie, on indique un coefficient de retrait très faible, de 0,5% en moyenne dans le sens radial et le sens tangentiel.

### **Caractéristiques mécaniques**

Bien que l'on ne dispose d'aucune donnée expérimentale, l'Institut de recherche forestière de Malaisie classe *A. excelsa* comme moyennement résistant, placé en Groupe C de résistance.

## **C. CARACTERISTIQUES DE MISE EN OEUVRE**

Le bois de Sentang est considéré comme facile à travailler, et prend une belle finition. Il sèche assez rapidement, avec seulement une légère tendance au gauchissement et aux fentes en bout. Des planches de 15 mm d'épaisseur sèchent à l'air en 2 mois, tandis que des planches de 40 mm sèchent en 4 mois.

## **D. UTILISATIONS**

Le bois convient pour la fabrication de placage et de contreplaqué. On l'utilise aussi pour la menuiserie, les meubles, les finitions intérieures, les lambris, les cloisons, les parquets, les articles de fantaisie et le tournage. *Azadirachta excelsa* est également planté comme arbre d'ornement et comme source de produits médicinaux et d'insecticides.

En raison de sa croissance rapide et de son fût net de branches, son bois présente de grandes potentialités pour la pâte, mais aussi pour des produits à forte valeur ajoutée tels que placages décoratifs, meubles et moulures. Cependant, très peu d'essais ont été réalisés sur ses propriétés mécaniques et ses caractéristiques d'usinage. Des progrès sont nécessaires dans ce domaine.

## **BIBLIOGRAPHIE**

1. BROWN, W. H. 1978. Timbers of the World. Vol. 3. Southern Asia, 99 pp., Vol. 4, South East Asia, 82 pp.; Vol. 8, Australasia, 93 pp. Timber Research and Development Association (TRADA). High Wycombe.
2. 100 Malaysian Timbers. Malaysian Timber Industry Board. 1986. Kuala Lumpur. x+226 pp.
3. Timbers of the World, Vol. 1 : Africa, South America, Southern Asia and East Asia. Timber Research and Development Association. The Construction Press, Lancaster. 1979.



## ***Eucalyptus deglupta***

**Famille:** Myrtacées

### **Noms vernaculaires**

Kamarere, Kamerere (Papouasie-Nouvelle-Guinée); Bagras (Philippines); Leda (Indonésie).

**Synonyme:** *Eucalyptus naudiniana*

### **Répartition**

Ile de Nouvelle-Guinée, île de Nouvelle-Bretagne, Sulawesi et Mindanao. La plupart des eucalyptus sont originaires d'Australie, et *E. deglupta* est l'une des rares espèces se rencontrant à l'état spontané hors d'Australie.

### **Description de l'arbre et caractéristiques de croissance**

Sur de bons sols, *E. deglupta* peut atteindre une hauteur de 70-80 m, et un diamètre de 2,0-2,5 m. Les arbres adultes ont des contreforts. L'écorce se fend et se détache en larges plaques. Les arbres suragés dans les peuplements naturels ont souvent un cœur creux. Dans son habitat naturel on le trouve depuis le niveau de la mer jusqu'à environ 1 800 mètres. Il prospère dans une gamme de températures de 18,5° à 35°C, avec une pluviométrie annuelle de 2 500 à 3 000 mm. Il pousse le mieux sur des limons sableux profonds et de fertilité moyenne, mais on le trouve aussi sur des sols volcaniques.

### **Plantations**

*E. deglupta* est une essence de lumière. Il pousse rapidement sur un sol sableux bien drainé, et on le reconnaît de plus en plus comme l'une des essences de reboisement les plus intéressantes pour les régions tropicales du Pacifique. Dans une plantation de 600 hectares mise en place par le Département des forêts à Kerabat près de Rabaul (Papouasie-Nouvelle-Guinée), la hauteur moyenne des arbres à 5,5 ans est de 21,2 m, et le diamètre moyen de 15,9 cm ; l'accroissement annuel moyen est de 34 m³/ha, et le volume sur pied total de 187 m³/ha. La FAO indique que des plantations de 10 ans peuvent avoir un volume sur pied de 250 m³/ha. Il faut noter toutefois que des arbres montrant une croissance particulièrement rapide peuvent avoir une qualité de bois inférieure. Les graines étant très fines, et les semis étant sujets à la fonte des semis, la terre des germeaux et des pots doit être soigneusement stérilisée. *E. deglupta* est sensible à la concurrence des adventices, et des désherbages fréquents sont par conséquent nécessaires. Les termites sont les ennemis les plus dangereux. Les arbres sont aussi attaqués par un térébrant de la tige et de l'écorce, *Agrilus* spp.

## **B. CARACTERISTIQUES DU BOIS**

### **Description**

Il n'y a généralement pas de différence marquée entre l'aubier et le bois de cœur. Cependant, la couleur de celui-ci peut varier selon les lots de brun clair à rosé ou à brun foncé. L'aubier nouvellement formé est normalement brun-jaune clair. Les bois de plantation de grand diamètre n'ont généralement pas d'aubier foncé. Le grain est peu grossier à grossier, et se caractérise souvent par une section transversale figurée. Les vaisseaux ont tendance à être disposés obliquement et en chaîne dans le sens radial, et ils ne contiennent pas de silice. Le bois peut se décolorer (couleur bleue) lorsqu'il est en contact avec du métal dans des conditions humides.

### **Caractéristiques physiques**

Dans l'île de Nouvelle-Bretagne (Papouasie-Nouvelle-Guinée), la densité moyenne de bois sec à l'air provenant de peuplements naturels, de 72 cm de diamètre au fin bout, est de 0,56 g/cm³ (de 0,41 à 0,70 g/cm³). Au même endroit, des bois provenant de plantations, de 34 cm de diamètre au fin bout, secs à l'air, avaient une densité moyenne variant de 0,42 à 0,51 g/cm³. Cette différence de densité se situe dans l'éventail normal de variation entre bois provenant de peuplements naturels et de plantations.



La densité diminue de l'écorce vers le coeur, et cette tendance est assez prononcée dans les bois provenant de plantation.

Le bois de peuplements naturels a un coefficient de retrait moyen de 0,16% (0,13-0,18%) dans le sens radial et de 0,28% (0,20-0,32%) dans le sens tangentiel. Le taux d'absorption d'eau par 24 heures est de 0,09-0,12 g/mm<sup>2</sup> sur section transversale et de 0,02-0,03 g/mm<sup>2</sup> dans le sens du fil. Pour les bois provenant de plantation le retrait est légèrement plus faible, mais le taux d'absorption d'eau est presque identique.

### Caractéristiques mécaniques

L'étude de spécimens de bois provenant de peuplements naturels et artificiels a donné les valeurs moyennes suivantes :

Origine	H (%)	Masse volumique (kg/m <sup>3</sup> )	F <sub>12</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	E <sub>L</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	C <sub>12</sub> (N/mm <sup>2</sup> )		Cis (N/mm <sup>2</sup> )	Fend (N/mm)		Dureté Janka (N)	
					Pa	Pe		R	T	Pe	Pa
PNG (peupl <sup>t</sup> naturel)	12	687	105	14000	70		12	57	55	5340	5 874
PNG (peupl <sup>t</sup> naturel)	15	560 (390-720)	86 (77-139)	11500 (6500-10600)	48 (38-57)		9 (7-11)			13* (7-20)	47*
Hoskins, PNG	15	480	60	7600							
6-15 ans	15	450	59	7800	32		8			10*	34*
Malaisie Pén <sup>ns</sup> )	15	465	50	7500	24,7	2,87	7,3	49	48	2710	
Sabah (13 ans)	15	450	60	8000	30,7		5,9			7*	19*

H : humidité F<sub>12</sub> : contrainte de rupture en flexion statique E<sub>L</sub> : module d'Young C<sub>12</sub> : contrainte de rupture en compression Cis : contrainte de rupture en cisaillement Fend : résistance au fendage Pa : parallèle au fil Pe : perpendiculaire au fil R: Radial T: Tangentiel  
Dureté Janka ≈ Dureté Monnin x 300

\* : Dureté Brinell

### C. CARACTERISTIQUES DE MISE EN OEUVRE

*E. deglupta* est moyennement facile à scier à la scie circulaire ou à la scie à ruban, et n'exige pas une puissance excessive. Cependant, le bois peluche facilement. Son aptitude au séchage est moyenne. Des sciages de 27 mm d'épaisseur séchent en une dizaine de jours à une température sèche de 50°C et une température humide de 45°C, et avec humidification périodique des bois. Il est recommandé de régler la température initiale assez bas pour éviter les défauts de séchage.

La tenue au collage en ce qui concerne la résistance au cisaillement n'est pas satisfaisante avec des résines urée-formol. Ce facteur doit être soigneusement noté. Le temps de séchage avec une peinture de résine de polyester, et l'adhérence avec une laque de nitrocellulose, sont très satisfaisants. *E. deglupta* se prête à la fabrication de contreplaqué, mais des problèmes peuvent se présenter.

Très souvent le placage se casse lors du déroulage, des fentes apparaissent sur la face extérieure du placage, et la surface est rugueuse. En revanche, on ne rencontre en général pas de difficultés sérieuses durant le séchage et le collage.

### D. UTILISATIONS

La plupart des bois d'*E. deglupta* provenant de reboisements sont actuellement utilisés pour la pâte, mais d'autres emplois plus nobles se développent. Si l'aspect et la couleur du bois n'ont rien de remarquable, sa résistance et sa dureté le rendent apte à la fabrication de meubles, de parquets, d'éléments



d'aménagement intérieur et de contreplaqué. En outre, on utilise maintenant des bois ronds traités comme poteaux électriques et téléphoniques. Au Brésil on transforme *E. deglupta* en charbon de bois pour la sidérurgie. En Malaisie, on en extrait une huile essentielle.

## BIBLIOGRAPHIE

1. LEE YEWHON, ENKAU ABDUL RAHMAN bin CHIK, CHU YUE PUN. 1979. The Strength Properties of Some Malaysian Timbers. Malaysian Forest Service Trade Leaflet No.34.
2. CHUDNOFF M. 1979. Tropical Timbers of the World. Forest Products Laboratory, Forest Service, U.S.D.A
3. BOLZA, E & KLOOT N.H., 1966. The Mechanical Properties of 81 New Guinea Timbers. Technical Paper No.41. C.S.I.R.O, Australia.
4. Properties and users of Papua New Guinea Timbers. Forest Products Research Center, Department of Forests, Papua New Guinea. 1973.
5. Lesser-Known Timber Species of SEALPA Countries. South East Asia Lumber Products Association 1980.
6. The Properties of Tropical Woods: Studies on the Utilization of Ten Species from Kalimantan and New Guinea. Wood Technology Div. and Forest Products Chemistry Div. Bulletin of the Government Forest Experiment Station 262. 1974.
7. Properties of Some Papua New Guinea Woods, 1, 3 (1977) and 6, 8 ( 1978). Bulletin Nos. 292, 294 and 299 of the Government Forest Experiment Station . Working Group on Utilization of Tropical Woods.
8. Wood Properties of Tropical Plantation-Grown Species(2): *Eucalyptus deglupta* Blume from Several Plantations in Papua New Guinea. Working Group on Properties of Tropical Plantation-grown Species. Bulletin of the Government Forest Experiment Station 347. 1987.
9. OGATA K., 1977. Notes on Tropical Trees: Kamerere. The Tropical Forester 43.
10. TI TEOW CHUAN & TANGAU, WILFRED, M. 1991. Cultivated and Potential Forest Plantation Tree Species With Special Reference to Sabah.



## ***Eucalyptus grandis***

**Famille :** Myrtacées, sous-famille des Leptospermoïdées

### **Noms vernaculaires**

Flooded Gum, Rose Gum (Australie); Eucalipto (Brésil, Equateur, Pérou, Venezuela).

### **Répartition**

*Eucalyptus grandis* est indigène d'Australie, essentiellement de la Nouvelle-Galles du Sud et du Queensland. A l'heure actuelle, l'espèce est répartie à travers le monde, notamment dans plusieurs pays tropicaux et subtropicaux d'Asie, en Afrique - principalement Afrique du Sud, Angola et Zimbabwe-, et en Amérique du Sud - notamment Brésil, Uruguay et Argentine.

Au Brésil il s'est bien adapté dans de nombreuses régions. De vastes reboisements ont été établis dans les Etats de Minas Gerais, Espirito Santo, São Paulo, Bahia et autres, tant dans le nord que dans le sud du pays.

### **Description de l'arbre et caractéristiques de croissance**

*E. grandis* est un grand arbre, qui peut atteindre 55 mètres de hauteur et 200 cm de diamètre. Son écorce est tendre et sèche, d'une couleur allant du blanc au gris, certaines parties prenant une teinte gris bleu ou parfois brun rougeâtre lorsqu'elles sont constamment exposées au soleil.

Les feuilles des jeunes arbres sont plus ou moins ovées. Leur forme change sur les arbres adultes, et elles deviennent lancéolées, de 10-16 cm de longueur et 2-3 cm de largeur. Les fleurs sont en groupes de 7 à 11. Les fruits sont piriformes, longs de 5-8 mm avec un diamètre de 4-7 mm.

En Nouvelles-Galles du Sud, il pousse à l'état naturel en peuplements purs ou presque purs sur les plaines alluviales, et en peuplements mélangés sur les versants riches en éléments nutritifs. Au Queensland on peut trouver *E. grandis* le long des cours d'eau et en lisière de la forêt ombrophile où il est mélangé avec *Tristania conferta* (Rose Gum). Il pousse bien dans les climats subtropicaux et tropicaux avec des précipitations annuelles de 1 000 à 1 750 mm et une humidité relative élevée. Il préfère des températures de 15° à 21°C. Il est sensible au gel, sa limite inférieure de température étant de 5°C. Il pousse bien en climat subtropical à faible altitude. Il préfère des sols profonds et fertiles, mais tolère les sols humides.

*E. grandis* est sensible à certains parasites et maladies. Peu après son introduction à grande échelle en Afrique du Sud, de nombreuses plantations ont été attaquées par des chancres. On a identifié des variétés résistantes, et le problème a disparu. En Afrique et également en Amérique du Sud, les jeunes plants sont fréquemment attaqués par des termites. En Zambie on a signalé des attaques de *Phoracantha* spp, qui endommagent les troncs, et en Angola les feuilles sont attaquées par la chenille arpeuteuse *Buzura abruptaria*. L'espèce n'est pas résistante au feu.

### **Plantations**

*E. grandis* est largement planté en reboisements industriels. Au Brésil, ces plantations sont destinées principalement à la production de bois à pâte, de panneaux de fibres durs et de charbon de bois. En Argentine, on utilise couramment *E. grandis* pour les poteaux électriques. Les principaux facteurs qui contribuent à son succès sont:

- Sa croissance rapide dans des sols qui lui conviennent ;
- Son adaptabilité à une large gamme de conditions écologiques ;
- Sa facilité de culture et de conduite ;
- Le faible coût et les faibles risques de production.



Les accroissements annuels moyens en reboisement peuvent être compris entre 15 et 30 m<sup>3</sup>/ha. Des clones améliorés par multiplication végétative, associés à une bonne préparation du sol, ont fourni jusqu'à 60 m<sup>3</sup>/ha/an et plus.

Au Brésil, la plupart des plantations sont exploitées à l'âge de 7 ans, et l'on peut faire ensuite deux révolutions de taillis. La production ligneuse diminue d'environ 15% à la deuxième révolution, et d'autant à la troisième révolution.

Au Brésil, les espacements de plantation généralement usités sont de 1 x 3 m, 2 x 2 m et 3 x 2 m, mais des espacements plus larges sont parfois employés. Différents espacements sont employés en Australie : 3,33 x 2,25 m, et en Afrique du Sud : 2,4 x 3,7 m et 2,7 x 3,7 m.

La plupart des reboisements sont aménagés en vue d'une seule destination, mais on note une tendance croissante à une utilisation multiple, telle que production de bois d'oeuvre à révolution plus longue (> 7 ans) combinée à des opérations d'éclaircie et d'élagage pour produire du bois à pâte et du bois de feu.

## **B. CARACTERISTIQUES DU BOIS**

### **Description**

L'aubier et le bois de coeur sont nettement différenciés. L'aubier est de couleur crème à brun jaunâtre clair, et n'a généralement pas un aspect très attrayant, tandis que le bois de coeur est rougeâtre, de structure uniforme, à fil droit, et a un très bel aspect. L'aspect général des produits finis se rapproche de celui de l'acajou, en particulier pour les débits sur dosse. Dans certains cas, le bois est contrefilé, ce qui nuit à la qualité de surface. Les cernes d'accroissement ne sont pas distincts. Le bois n'a pas de goût ni d'odeur désagréable.

### **Caractéristiques physiques**

La plupart des bois disponibles actuellement (en particulier au Brésil) sont des bois provenant de plantations jeunes, dont la densité à l'état vert varie entre 410 et 558 kg/m<sup>3</sup>. On indique des valeurs plus élevées pour des arbres plus âgés en Australie: 575-640 kg/m<sup>3</sup>.

Les retraits de séchage ont tendance à être élevés. Selon des données provenant de plantations de 8-9 ans, le retrait tangentiel serait de l'ordre de 10%, et le retrait radial de l'ordre de 6,5%. Le retrait volumique varie de 14 à 18%.

Le bois n'est pas durable s'il est en contact avec le sol. Pour les poteaux on utilise habituellement un traitement de préservation par vide et pression. Le bois est généralement facile à traiter. Il ne faut normalement pas de traitement pour les emplois intérieurs.

### **Propriétés mécaniques**

Le tableau ci-dessous présente les caractéristiques mécaniques de bois d'*E. grandis* provenant de reboisements au Brésil et de peuplements naturels en Australie. Elles sont moyennes à élevées.



Origine	H (%)	Masse volumique (kg/m³)	F <sub>12</sub> (N/mm²)	E <sub>L</sub> (N/mm²)	C <sub>12</sub> (N/mm²)		Cis (N/mm²)	Fend (N/mm)		Dureté Janka (N)	
					Pa	Pe		R	T	Pe	Pa
Brésil (1)	12	410	54	7 455	25	3,9	7,7		45	2 727	2 433
Brésil (2)		558		12 017			7,7				4 483
Australie		575-640	77-86	12 483-13 794	38,7-43,5		7,8		62-70		

H : humidité F<sub>12</sub> : contrainte de rupture en flexion statique E<sub>L</sub> : module d'Young C<sub>12</sub> : contrainte de rupture en compression Cis : contrainte de rupture en cisaillement Fend : résistance au fendage Pa: parallèle au fil Pe: perpendiculaire au fil R: Radial T: Tangentiel  
Dureté Janka ≈ Dureté Monnin x 300

- (1) Echantillons provenant de reboisements de la côte sud du Brésil.  
(2) Echantillons provenant de reboisements du centre du Brésil.

### C. CARACTERISTIQUES DE MISE EN OEUVRE

Le bois d'*E. grandis* provenant de plantations est facile à scier, et se rabote bien en donnant une surface lisse. Le déroulage et le tranchage sont également aisés. Le bois d'arbres âgés est normalement plus dur, sa densité étant plus forte, mais cela ne crée pas de difficultés lors de l'usinage.

Les bois de plantations qui n'ont pas été élagués ont tendance à contenir de nombreux petits noeuds. Lors du séchage, le bois clair près des noeuds est souvent fortement taché. La principale difficulté dans l'usinage de cette essence est sa tendance à se fendre. Certains arbres ont de fortes contraintes internes et commencent à se fendre lors de l'abattage ou peu après. Les fentes ont souvent un mètre et plus de longueur, et elles se poursuivent durant le stockage. Les diverses tentatives pour y remédier n'ont pas eu de succès. La solution pourrait être trouvée dans l'amélioration génétique. Des études récentes ont permis d'identifier des clones présentant peu ou pas de contraintes internes.

Les fentes continuent de poser des problèmes lors du séchage des planches et des placages. Les planches épaisses sont en outre très sujettes au collapse. Pour atténuer ces problèmes, on recommande de sécher à basse température, avec une température initiale de l'ordre de 40°C.

Le clouage et le vissage d'*E. grandis* provenant de plantations sont très aisés, mais le bois a tendance à se fendre. Il se polit bien, et on ne signale pas de problèmes pour le collage, la peinture et toutes les finitions en général.

### D. UTILISATIONS

A l'heure actuelle, la principale utilisation d'*E. grandis* est la production de pâte à fibres courtes, qui est maintenant classée comme fibre de haute qualité pour la papeterie et a trouvé des débouchés depuis quelques années. Au Brésil, on utilise également cette essence pour les panneaux de fibres durs, les panneaux de particules et le charbon de bois pour la sidérurgie. En Argentine, la plupart des poteaux électriques sont faits avec des perches d'*E. grandis*.

### BIBLIOGRAPHIE

1. ABNT NBR 6230 - ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.
2. FAO, 1981. El Eucalipto en la Repoblación Forestal, Roma.



3. Junta del Acuerdo de Cartagena, 1989. Descripción General y Anatomica de 105 Madeiras del Grupo Andino, Colômbia
4. LAMPRECHT, H. Silvicultura nos Trópicos: Ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas - Possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado. Rossdorf, 1990.
5. LISBOA, C.D. J. Estudo das Tensões de Crescimento em Toras de *Eucalyptus grandis* Hill Ex Maiden. Curitiba, 1993.
6. Pudoc Scientific Publishers, 1993: Plant Resources of South-East Asia N° 5 - (1) Timber Trees: Major commercial timbers, Wageningen.
7. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, 1961: Properties of Timber Imported into Australia - Division of forest products technological paper N° 12, Australia.
8. ROSES M. & EMMANUEL C. H. Contribuição ao desenvolvimento tecnológico para a utilização da madeira serrada de *Eucalyptus grandis* (Hill Ex Maiden) na geração de produtos com maior valor agregado, Curitiba, 1993.
9. SANTINI, E. J. & TOMASELLI, I. Colapso na Madeira e Algumas Experiências Brasileiras. Curitiba, 1980.
10. STCP, 1995. Trabalhos e Estudos Realizados (data bank). Curitiba.



## ***Eucalyptus* PF1**

*Eucalyptus* PF1 est un hybride dont la base génétique est très large et qui résulte des croisements *E. alba* x *E. urophylla* ou *E. alba* x *E. grandis*.

### **A. DONNEES GENERALES**

**Famille botanique** - *Myrtacées*

**Noms vernaculaires** - PF1, *Eucalyptus* PF1.

#### **Répartition géographique**

Cet hybride naturel est apparu dans la région de Pointe-Noire (Congo) en 1963. Il est très bien adapté à cette région ainsi qu'à l'ensemble du pays où il a été largement utilisé en plantations industrielles. Il représente plus de 60% des plantations mises en place après 1974 lorsque la technique de multiplication végétative par bouturage a été mise au point pour les *Eucalyptus*.

Cette technique a permis la sélection de clones, notamment ceux issus de l'hybride *E. PF1*, et à la création de plantations clonales très homogènes et très productives.

#### **Description de l'arbre et caractéristiques de croissance dans les plantations**

Les arbres peuvent atteindre 25 à 30 m de haut. Le fût est très droit, très cylindrique ; il est dépourvu de branches sur les 2/3 de la hauteur et présente une très faible décroissance. Le houppier n'est pas très développé, bien équilibré, et plutôt clairsemé. Les sols sur lesquels cet hybride est planté sont très pauvres, constitués d'une couche d'environ 15 m de sable fin ocracé, très filtrant, déposé sur une assise argileuse. La croissance primaire et secondaire des *Eucalyptus* se ralentit souvent vers 15-20 ans, et les arbres ne dépassent pas 40 à 50 cm de diamètre. Les plantations occupent des zones de savane et de steppe sableuse sur la bande côtière dans la région de Pointe-Noire (4 - 5° de latitude sud) ; l'altitude est faible (80 m en moyenne). La pluviométrie moyenne annuelle est d'environ 1 300 mm réparties sur environ 4 mois. La température moyenne annuelle est de 25°C.

Aujourd'hui, la quasi-totalité des plantations est constituée de clones ; 40 clones constituent plus de 90% des plantations. L'opération de bouturage est réalisée durant la saison sèche. Après un séjour de 2 mois en pépinière, les boutures sont plantées en pleine terre à la fin de la saison sèche. Les jeunes plantations sont traitées afin de limiter les attaques de termites.

En général, l'espacement est de 3m x 5m.

Pour les meilleurs clones, l'accroissement annuel peut atteindre 30m<sup>3</sup>/ha. La production annuelle moyenne est environ de 100 tonnes (sous écorce) par hectare pour des rotations de 7 ans (âge actuel d'exploitation). *E.PF1* a été introduit avec succès dans certains pays voisins du Congo tel que le Cameroun.

### **B. CARACTERISTIQUES DU BOIS**

#### **Description**

L'aubier est nettement distinct du duramen ; il est blanc à jaunâtre, et fonce à la lumière. Le duramen est rosâtre à gris rose. Le grain est moyen. Les cernes d'accroissement ne sont pas visibles. Les défauts de fil sont fréquents : contrefil, fil tors, fil ondulé, en particulier chez les individus âgés où ce défaut apparaît sous le cambium après écorçage.



### Caractéristiques physiques et mécaniques.

Dans le tableau ci-dessous sont présentées les valeurs moyennes des caractéristiques déterminées sur des bois à 12% d'humidité (les valeurs minimum et maximum correspondantes sont données entre parenthèses).

Origine	H (%)	Masse volumique (kg/m³)	F <sub>12</sub> (N/mm²)	E <sub>L</sub> (N/mm²)	C <sub>12</sub> (N/mm²)		Cis (N/mm²)	Fend (N/mm)		Dureté Monnin
					Pa	Pe		R	T	
Congo	12	780 (640-900)	123 (107-152)	13500 (9500-18600)	68 (55-83)		7,2 (5,2-9,1)			5,4 (3,5-7,3)

H% : humidité F<sub>12</sub> : contrainte de rupture en flexion statique E<sub>L</sub> : module d'Young C<sub>12</sub> : contrainte de rupture en compression Cis : contrainte de rupture en cisaillement Fend : résistance au fendage  
Pa: parallèle au fil Pe: perpendiculaire au fil R: Radial T: Tangentiel  
Dureté Janka ≈ Dureté Monnin x 300

Comme pour de nombreuses espèces d'Eucalyptus, les propriétés du bois de *E. PFI* sont très variables entre le coeur et la périphérie (passage progressif entre le bois juvénile et le bois adulte qui induit une modification de la structure du bois avec l'âge). Ainsi, le module d'Young pour des arbres de 12 ans peut varier dans un rapport de 1 à 3 (6 000 N/mm<sup>2</sup> à 20 000 N/mm<sup>2</sup>) entre la moelle et l'écorce. En conséquence, la notion de valeur moyenne pour les caractéristiques du bois doit être utilisée avec prudence.

### C. CARACTERISTIQUES DE MISE EN OEUVRE

#### Durabilité et préservation

*E. PFI* est résistant à la plupart des insectes de bois sec, et moyennement résistant aux champignons ; en revanche, il est très sensible aux termites. L'aubier est bien distinct du duramen et peut être facilement imprégné pour les utilisations en extérieur (poteaux, construction, rails de chemin de fer, ...).

Contrairement à ce qui est habituellement préconisé pour les bois tropicaux issus de forêt naturelle (bois à fort diamètre), il est conseillé de conserver l'aubier qui, lorsqu'il est traité, constitue un manchon protecteur pour les bois ronds et les bois équarris utilisés en extérieur.

#### Sciage, déroulage et usinage

Le sciage de *E. PFI*, comme celui de la plupart des Eucalyptus de plantation, est rendu difficile par la libération des contraintes de croissance qui provoque l'apparition de fentes et de déformations sur les bois.

Les sciages sur dosse se courbent en « tirant à coeur » (flèche sur face), tandis que les sciages sur quartier se déforment perpendiculairement à leur face principale (flèche sur rive). Corrélativement, le noyau de sciage fixé sur le chariot s'incurve après débit des premiers plateaux, et les pièces débitées par la suite sont plus épaisses dans la partie centrale qu'aux extrémités.

Pour pallier ce problème, il est conseillé de procéder à un sciage par retournement ou à un sciage symétrique afin de libérer progressivement et de façon équilibrée les contraintes de croissance. L'utilisation d'un ruban de type « twin » donne de bons résultats. L'opération de tronçonnage libère les contraintes longitudinales au voisinage immédiat de la section ; la zone d'influence au-delà de laquelle l'effet du tronçonnage devient négligeable s'étend sur une longueur égale à 1,5 à 3 diamètres dans le sens de l'axe de l'arbre. De ce fait, il est conseillé de scier des billons courts dont les contraintes de croissance auront été partiellement libérées.



Les bois équarris ou les poutres d'*EPF1* peuvent être percés longitudinalement au niveau de la moelle (trou de 3 à 5 cm de diamètre). Cette perforation occasionne une libération partielle des contraintes de croissance, ce qui permet de réduire les risques de fentes en bout ; de plus, le trou central limite les risques de fentes et de déformations durant le séchage.

### Séchage

Le séchage de la plupart des *Eucalyptus* est rendu difficile par l'hétérogénéité et l'anisotropie des retraits (risque important de fentes et de déformations lors du séchage), et par le phénomène de collapse qui correspond à un effondrement des cellules lors du départ de l'eau libre du bois au-dessus du point de saturation des fibres. Préalablement au séchage artificiel, un séchage à l'air libre jusqu'à un taux d'humidité proche de 25% permet de limiter les problèmes dus au collapse. Si un séchage à l'air n'est pas possible, il est conseillé d'utiliser des tables de séchage très douces, en particulier en début de cycle. Les paramètres de séchage optimum doivent, en fait, être définis au cas par cas en fonction des caractéristiques des bois mis en oeuvre

Le reconditionnement des bois permet de « récupérer » les déformations dues au collapse : lorsque les bois ont atteint un taux d'humidité voisin de 20%, ils sont traités à la vapeur saturée durant 2 à 4 heures (sciages de 25 mm d'épaisseur) ou 3 à 6 heures (sciages de 50 mm d'épaisseur). Le plus souvent, un tel traitement fait disparaître de façon irréversible les effets du collapse, mais les déformations dues au retraits ne sont pas éliminées.

Les techniques suivantes sont préconisées pour les *Eucalyptus* en général, et pour *E. PF1* en particulier :

- empilement des bois suivant les règles de l'art, et chargement des piles de bois de façon à bloquer partiellement mais de façon irréversible les déformations ;
- séchage à l'air sous abri avant le séchage artificiel ;
- suivi de tables de séchage appropriées ;
- stabilisation des bois après séchage afin d'équilibrer le teneur en humidité sur la section transversale ;
- application de produits anti-fentes aux extrémités des sciages afin de diminuer la vitesse de séchage et limiter les risques de fentes en bout.

### Assemblage et finition

Le bois d'*E. PF1* est très fendif ; de ce fait, des avant-trous sont conseillés avant le clouage et le vissage. Il est nécessaire que les bois soient soigneusement séchés avant d'être collés afin d'éviter les risques de décollement.

## D. UTILISATIONS

Actuellement, le Congo exporte *E. PF1* sous forme de grumes vers le Japon, l'Espagne, la Suède, le Portugal et la France pour la fabrication de pâte à papier. Environ 300 000 m<sup>3</sup> de bois ronds sont exportés en moyenne chaque année (*E. PF1* + *E. 12ABL* x *E. saligna*). *E. 12ABL* x *E. saligna* est le second hybride d'*Eucalyptus* le plus utilisé au Congo ; il correspond au croisement *E. tereticornis* x *E. saligna*.

Les perches et les poteaux constituent un débouché important pour *E. PF1*, tant sur le marché local que pour l'exportation au niveau régional. Cette essence fournit par ailleurs un charbon dont les qualités sont appréciées ; il constitue aussi une source de bois de feu de première importance pour l'économie locale.

Sous forme de bois rond, il peut être utilisé pour la construction de hangars, d'abris, de barrières, de clôtures, de charpente et ossature, d'appontements, mais aussi d'habitations.

Sous forme de sciage, sa valorisation est limitée par les problèmes vus précédemment (contraintes de croissance, collapse, défauts de séchage). Cependant, il peut être transformé à l'échelle artisanale pour la fabrication d'éléments de parquet, de lambris, ou de panneaux massifs reconstitués, ainsi que pour



toutes les utilisations où des pièces de petites dimensions peuvent convenir (meubles courants, agencement intérieur, menuiserie légère ...). *E. PF1* convient aussi pour la fabrication de panneaux de particules et de panneaux de fibres de moyenne densité (MDF).

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. CARRE S., 1987. La filière Eucalyptus en République Populaire du Congo. Rapport d'étude. UAIC/ENGREF. 42 p.
2. CIRAD-Forêt. Base de données sur les caractéristiques technologiques des bois tropicaux.
3. DALOIS C., 1990. Manuel de sciage et d'affûtage. CIRAD-Forêt/CTFT. Nogent sur Marne, 208 p.
4. HASLET A.N., 1988. Handling and Grade-Sawing Plantation-Grown Eucalypts. Forest Research Institute Bulletin n° 142. New Zealand, 72 p.
5. KAUMAN W.G., GERARD J., HU J. & WANG H., 1995. Processing of Eucalypts. Commonwealth Forestry Review 74(2) pp 147-154.
6. KUBLER H., 1987. Growth Stresses in Trees and Related Wood Properties. Forest Products Abstracts, vol. 10, n° 3, pp.61-119.
7. SURAN J.C., 1985. Contribution à l'étude des caractéristiques physiques, mécaniques et de mise en oeuvre d'Eucalyptus du Congo. Rapport interne, CIRAD Forêt /CTFT, Nogent sur Marne, 38 p.



## ***Gmelina arborea***

### **A. DONNEES GENERALES**

**Famille :** Verbénacées

#### **Noms vernaculaires**

Yamani, Mai-saw (Birmanie); Yemane (Philippines); So-maeo (Thaïlande); Loxi Thaj, Nghieesn Daast (Vietnam); Kumbar, Gamari (Inde), Kaju Tift (Indonésie).

#### **Répartition**

L'aire naturelle de *G. arborea* s'étend du sud du Pakistan au Sri Lanka, et vers l'est à la Birmanie, à la Thaïlande, au Vietnam et à la Chine méridionale. Il en existe de vastes plantations dans le Sud-Est asiatique, en Inde, en Afrique tropicale et en Amérique du Sud.

#### **Description de l'arbre et caractéristiques de croissance**

La croissance est fortement conditionnée par la station. Dans des conditions favorables, *G. arborea* peut atteindre une hauteur de 30 mètres (rarement 40) et un diamètre de 50 cm en 20 ans. En revanche, sa croissance est lente sur des sols pauvres. Le fût est cylindrique, dépourvu de contreforts, mais il a souvent un fort défilement et présente parfois des ailettes. L'écorce est lisse ou écailleuse, de couleur brun pâle à gris.

Les habitats naturels de *G. arborea* vont de la forêt ombrophile à la forêt sèche décidue. Il atteint sa taille maximale dans les forêts humides de Birmanie, notamment dans les vallées fertiles. Il pousse le mieux aux altitudes inférieures à 1 200 mètres. Il prospère dans des climats à température moyenne annuelle de 21°-28°C, avec des moyennes des températures maxima et minima de 24°-35°C et 18°-24°C. Dans son aire naturelle, la pluviométrie annuelle varie de 750 à 5 000 mm. L'optimum est une pluviométrie annuelle de 1800-2 300 mm, avec une saison sèche de 3 à 5 mois et une humidité relative d'au moins 40%.

#### **Plantations**

*G. arborea* préfère des sols profonds, humides, bien drainés et bien pourvus en éléments nutritifs. Sa croissance est médiocre sur des sols acides lessivés. Les arbres sont très sensibles à la concurrence des adventices, mais relativement résistants au feu. Dans des plantations sur prairie d'*Imperata*, le labour destiné à éliminer ce dernier peut accroître la rapidité de croissance jusqu'à 200%. C'est une essence de lumière.

Des espacements serrés associés à des éclaircies précoces et régulières améliorent la forme de fût et réduisent la présence de fortes branches et de fourches. L'élagage est essentiel. L'enlèvement de tous les bourgeons sur les jeunes gaulis, à l'exception des 2 ou 3 paires supérieures, a été recommandé pour obtenir un fût rectiligne. La croissance est très rapide durant les 6 premières années, mais se ralentit fortement à partir de la 7ème année.

Des révolutions de 6 ans sont appliquées pour le bois à pâte, tandis que pour obtenir des grumes de sciage on adopte habituellement 10-15 ans. On peut obtenir une deuxième révolution par rejets de taillis. Pour la troisième révolution on recourt à la plantation de plants issus de semences ou de stumps.

Les accroissements annuels peuvent atteindre 20-25 m³/ha, avec des exceptions impressionnantes de 30 m³/ha et un maximum de 38 m³/ha. En revanche, sur sol sableux pauvre on a enregistré un rendement de seulement 84 m³/ha à 12 ans.



Les plantations de *G. arborea* sont souvent attaquées par le coléoptère térébrant de la tige *Xylotrupes gideon*. On a observé des dégâts de termites sur le bois de coeur au niveau du sol en Malaisie Péninsulaire, mais on n'en a pas signalé ailleurs. On signale des défoliations en Inde par le coléoptère *Calopepla leayana*, et aux Philippines par les chenilles d'*Ozola minor* (Géométridés).

On a observé des attaques de champignons en divers endroits. *Armillaria mellea*, *Ceratocystis fimbriata*, *Ganoderma colossum*, *Gnomonia* spp et *Poria rhizomorpha* sont parmi les champignons qui causent des dégâts sérieux. Les arbres peuvent également être endommagés par la plante parasite *Loranthus scurrula*.

*G. arborea* est largement planté en raison du fait qu'il est relativement facile et peu coûteux à installer, et qu'il fournit un excellent bois. Cependant, une sélection attentive des semences et une bonne préparation du terrain sont des conditions indispensables du succès. Des espacements serrés peuvent réduire, mais non totalement surmonter la tendance au défilement du fût. Un programme continu de sélection génétique est nécessaire pour assurer à l'avenir des résultats optimaux avec cette très intéressante essence.

## **B. CARACTERISTIQUES DU BOIS**

### **Description**

Le bois est de couleur uniforme, allant de crème à brun jaunâtre clair, virant au brun rougeâtre avec l'âge. Il a un aspect brillant et soyeux. Il n'a pas d'odeur ni de goût particulier. Il n'y a pas de limite nette entre l'aubier et le bois de coeur. Le bois de coeur est brun clair à brun-jaune, avec parfois une nuance rosée. L'aubier est blanchâtre, parfois avec une nuance verdâtre ou jaunâtre. Le fil est droit à contrefilé. Le grain est fin à grossier. Les cernes d'accroissement ne sont généralement pas distincts. Le bois ressemble au teck, mais il est plus léger et son grain est moins grossier.

### **Caractéristiques physiques**

Le bois de *Gmelina* est léger. Sa densité moyenne est de 400-580 kg/m<sup>3</sup> à 15% d'humidité. Elle s'accroît graduellement de la moelle vers la périphérie, et elle augmente aussi du bas vers le haut du tronc, sur des arbres de 8 ans plantés au Nigéria. Des études au Nigéria ont également montré une corrélation élevée entre densité et âge.

Dans des conditions tropicales humides le bois de *Gmelina* n'est pas durable, et il a une durée de vie moyenne de 1 à 3 ans en contact avec le sol. Dans des conditions moins exposées le bois de coeur est moyennement durable mais, s'il est totalement protégé de la pluie, il est très durable. La résistance aux attaques de termites et de térébrants marins est variable, mais le bois est classé comme sensible. Le bois de coeur est difficile à traiter avec des produits de préservation. On a mesuré une absorption de seulement 32 kg/m<sup>3</sup> de créosote, tandis que l'aubier avait absorbé 112 kg/m<sup>3</sup> dans le même essai.

Les coefficients de retrait sont faibles, seulement 0,5-0,6% dans le sens radial et 1,1% dans le sens tangentiel entre l'état vert et 15% d'humidité; le retrait est de 1,2-1,5% dans le sens radial et 2,4-3,5% dans le sens tangentiel entre l'état vert et 12% d'humidité, et de 4,9% dans le sens tangentiel entre l'état vert et l'état anhydre.

### **Caractéristiques mécaniques**

Le tableau ci-dessous présente les caractéristiques mesurées sur des bois de *Gmelina* de différentes origines.



Origine	H (%)	Masse volumique (kg/m³)	F <sub>12</sub> (N/mm²)	E <sub>L</sub> (N/mm²)	C <sub>12</sub> (N/mm²)		Cis (N/mm²)	Fend (N/mm)		Dureté Janka (N)	
					Pa	Pe		R	T	Pe	Pa
Sabah (13 ans)		510	74	10000	39,7		8			8*	19*
Malaisie	17	480	61-75	8900-9600	33-39	3	8-9	49	53	2580-2725	
Afrique	12	480		9620	33		8	50	55	2665	
Birmanie	12	495		8625	23					3380	
Birmanie	12	480	65	8900	33						

H : humidité F<sub>12</sub> : contrainte de rupture en flexion statique E<sub>L</sub> : module d'Young C<sub>12</sub> : contrainte de rupture en compression Cis : contrainte de rupture en cisaillement Fend : résistance au fendage

Pa: parallèle au fil Pe: perpendiculaire au fil R: Radial T: Tangentiel

Dureté Janka ≈ Dureté Monnin x 300

\* : Dureté Brinell

Des essais effectués sur des bois récoltés en Malaisie, en Birmanie et en Inde montrent des différences dans les propriétés mécaniques. Le module d'élasticité, la flexion dynamique et la dureté des bois d'arbres introduits en Malaisie sont plus élevés que ceux d'arbres testés en Birmanie et en Inde.

### C. CARACTERISTIQUES DE MISE EN OEUVRE

Le bois de *Gmelina* se scie aisément ; il est très peu désaffûtant. Il se rabote en donnant une surface bien lisse. Le bois est généralement trop tendre pour un tournage satisfaisant. Le déroulage de grumes fraîchement abattues ne présente pas de difficulté, même sans étuvage, et les placages sont faciles à manier, avec une tendance minime à se déchirer. Le bois est souvent très noueux ; cependant, il a une couleur blanchâtre suffisamment uniforme, de sorte que, en dépit des noeuds, on peut l'utiliser pour les placages d'âme et les plis extérieurs. Le séchage des placages ne présente pas de difficulté, mais l'humidité relative dans le séchoir doit être élevée afin de réduire au minimum les ondulations.

Le séchage artificiel des sciages en séchoir est relativement aisé. Le bois tolère des températures de séchage élevées, malgré les risques de gauchissement. La température recommandée est de 71°C pour des planches jusqu'à 38 mm d'épaisseur. Pour des sciages plus épais il faut des températures plus élevées, ce qui peut faire foncer la couleur du bois en surface. Il faut environ 14 jours pour sécher en séchoir des planches de 25 mm d'épaisseur de l'état vert à 12% d'humidité. Le séchage à l'air demande environ 3,5 mois pour des planches de 12,5 mm, et jusqu'à 11 mois pour des planches de 38 mm. Les taches colorées peuvent constituer un problème lors de longues périodes de séchage à l'air. Le clouage et le vissage sont assez aisés, mais pour le perçage il est recommandé de faire un avant-trou, le bois ayant tendance à se fendre. Le bois se colle et se polit bien.

### D. UTILISATIONS

Le bois de *Gmelina* convient pour des usages courants, notamment construction légère, parquets, menuiserie ordinaire, emballages, sculpture, meubles utilitaires et placages décoratifs. On l'utilise également pour les instruments de musique, les allumettes, les panneaux de particules, les bois de mine, et pour la construction de véhicules et de coques de bateaux.

La présence de nombreux noeuds dans les bois jeunes que l'on trouve actuellement sur le marché tend à limiter l'emploi de *Gmelina* pour la fabrication de contreplaqué. Cependant, certains industriels tranchent couramment de petites billes après étuvage préalable. *Gmelina* fournit une pâte de bonne qualité convenant pour la fabrication de papier d'écriture de qualité supérieure.



Ce n'est pas un très bon bois de feu. Sa valeur énergétique est de 20 150-20 750 kJ/kg. Son charbon de bois brûle bien sans fumée, mais produit beaucoup de cendres. Les fleurs ont un abondant nectar qui donne un miel de haute qualité.

## BIBLIOGRAPHIE

1. ANI SULAIMAN & LIM, S.C. 1989. Some Timber Characteristics of *Gmelina arborea* Grown in a Plantation in Peninsular Malaysia. *Journal of Tropical Forest Science* 2 : 135 - 141.
2. CHINTE F.O., 1971. Fast Growing Pulpwood Trees in Plantations. *Philippine Forests* 5 : 21 - 26, 29.
3. CORTES E.V. 1979. Wood Quality and Utilization of Yemane (*Gmelina arborea*). *Forpride Digest* 8 : 24-32.
4. DAWKINS C.G.E., 1919. Yemane (*Gmelina arborea*) in Upper Myanmar. *Indian Forester* 45 : 505 - 519.
5. GREWAL G.S. 1979. Air seasoning Properties of Some Malaysian Timbers. Malaysian Forest Service Trade Leaflet No 41. Malaysian Timber Industry Board. Kuala Lumpur. 26 pp.
6. LEE Y.H. 1964. Timber tests - Yemane (*Gmelina arborea* Roxb.) *Malayan Forester* 27 :370-374.
7. PEH T.B. & KHOO K.C. 1964. Timber Properties and Utilization Aspects of *Acacia mangium*, *Gmelina arborea* and *Paraserianthes falcataria*. *Malaysian Forester* 47 : 285 - 303.
8. WONG W.C. & KHOO K.C. 1980. *Gmelina arborea*. A Literature Review. Report 14. Forest Research Institute Malaysia, Kepong. 20 pp.



## ***Hevea brasiliensis***

### **A. DONNEES GENERALES**

**Famille :** Euphorbiacées

#### **Noms vernaculaires**

Para rubber tree (dans le monde entier); Seringa/Seringuera (Brésil); Shiringa, Capi, Jeva (Pérou).

#### **Répartition**

L'habitat originel de l'hévéa se situe au Brésil dans l'Etat de Pará. De là il a été introduit dans la péninsule malaise, en Inde, en Chine, en Indochine, en Indonésie, aux Philippines, dans d'autres pays du Sud-Est asiatique et ailleurs dans le monde tropical.

#### **Description de l'arbre et caractéristiques de croissance**

Dans son aire naturelle *Hevea brasiliensis* atteint une hauteur de 25-30 mètres et un diamètre à hauteur d'homme de 100 cm. Les arbres de plantation sont bien plus petits, ayant été sélectionnés pour la production de latex et non pour le bois. Ils excèdent rarement 15 mètres, avec une longueur de fût de 2,5 à 4 mètres, et un diamètre qui atteint au maximum 50 cm, mais se situe généralement autour de 30 cm.

Avec le récent développement de méthodes de transformation industrielle du bois d'hévéa et de débouchés pour les produits, on peut s'attendre à une expansion des plantations d'hévéa pour la production de bois d'oeuvre. En fait, les chercheurs de l'Institut de recherche sur l'hévéa de Malaisie (RRIM) et de l'Institut de recherche forestière de Malaisie (FRIM) prospectent actuellement l'aire d'origine d'*Hevea brasiliensis* pour récolter des graines et des greffons en vue de multiplier des clones à croissance rapide qui seront plantés principalement pour le bois, le latex n'étant plus qu'un produit secondaire.

En sélectionnant pour la production ligneuse, le RRIM et le FRIM espèrent obtenir des résultats comparables à ceux obtenus naguère en matière de production de latex; celle-ci est passée, grâce à la sélection génétique, d'environ 8 lbs (3,6 kg) de caoutchouc sec par arbre au début du siècle à plus de 24 lbs (10,9 kg) actuellement.

#### **Plantations**

Les premières plantations d'hévéa remontent à une centaine d'années. La superficie mondiale de plantations est estimée actuellement à environ 9 millions d'hectares, se répartissant comme suit: Indonésie (34%), Malaisie (20%), Thaïlande (20%), autres pays d'Asie (18%), Afrique (5%) et Amérique Latine (3%). Les arbres sont normalement saignés pour le latex pendant 25-30 ans, ensuite ils sont abattus et le terrain est replanté.

Les espacements de plantation varient considérablement en fonction de la pente, des cultures intercalaires pratiquées, et des préférences individuelles des planteurs. Certains préfèrent un dispositif en carré (par exemple 5 x 5 m), tandis que d'autres plantent en rangées simples (par exemple 3 x 10 m) ou doubles (par exemple 2 x 3 x 12 m). La densité est généralement de l'ordre de 500 arbres/ha.

### **B. CARACTERISTIQUES DU BOIS**

#### **Description**

Il n'y a pas de différence nette entre bois de coeur et aubier. Tous deux ont une couleur blanche ou crème grisâtre, souvent avec une nuance rougeâtre ou brun rouge.

La couleur du bois usiné vire en général au brun-jaune clair à la lumière. Les industriels cherchent en général à lui conserver autant que possible sa couleur claire, afin de répondre à la demande des consommateurs.



Sur les bois sciés sur dosse, on voit des bandes de parenchyme ressemblant à des cernes d'accroissement. Le grain du bois est fin à légèrement grossier, et le fil est droit à légèrement contrefilé. La plupart des arbres actuellement utilisés contiennent du bois de réaction résultant de blessures de saignée qui pénètrent par inadvertance au delà de l'écorce et endommagent le cambium. L'écorce cicatricielle a un aspect plus ou moins enroulé ou bosselé, et des lignes sombres peuvent apparaître sur le bois situé au-dessous. Du point de vue de l'industriel, ces "marques de saignée" constituent des défauts du bois mais sont inévitables dans les conditions actuelles.

### Caractéristiques physiques

Le bois de plantations de Malaisie a une densité moyenne sec à l'air de 0,61 g/cm<sup>3</sup> (l'amplitude de variation est de 0,56 à 0,64 g/cm<sup>3</sup>). Dans des essais effectués sur du bois d'arbres âgés de 8 ans et de 24 ans, on a trouvé sensiblement la même densité.

Le retrait radial est en moyenne de 0,90%, et le retrait tangentiel de 1,90% entre l'état vert et l'état sec à l'air, tandis qu'entre l'état vert et l'état anhydre ces valeurs sont respectivement de 2,30% et 5,10%.

Le bois non traité n'est pas durable. Des champignons se développent très rapidement après l'abattage, et le bois est vulnérable aux attaques d'insectes. L'imprégnation avec des insecticides et des produits de préservation est relativement simple, et c'est une condition impérative pour la fabrication de produits à forte valeur ajoutée.

### Caractéristiques mécaniques

Des rapports provenant de Malaisie indiquent les données suivantes pour des bois d'arbres de 8 ans et 24 ans.

Origine	H (%)	Masse volumique (kg/m <sup>3</sup> )	F <sub>12</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	E <sub>L</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	C <sub>12</sub> (N/mm <sup>2</sup> )		Cis (N/mm <sup>2</sup> )	Fend (N/mm)		Dureté Janka (N)	
					Pa	Pe		R	T	Pe	Pa
Malaisie	17,2	540	66	9200	32,3	4,69	11	54	72	4320	
8 ans	15	610	96	9900	40		14,8			4966	
24 ans	14	620	99	11000	40		13,9			4731	

H : humidité F<sub>12</sub> : contrainte de rupture en flexion statique E<sub>L</sub> : module d'Young C<sub>12</sub> : contrainte de rupture en compression Cis : contrainte de rupture en cisaillement Fend : résistance au fendage  
Pa: parallèle au fil Pe: perpendiculaire au fil R: Radial T: Tangentiel  
Dureté Janka ≈ Dureté Monnin x 300

## C. CARACTERISTIQUES DE MISE EN OEUVRE

Le bois d'hévéa est facile à scier, raboter et percer, mais le rendement du sciage est très faible : 21% pour des grumes de 20 cm de diamètre à hauteur d'homme, 29% pour des grumes de 30 cm, et 32% pour des grumes de 35 cm. Les principaux défauts sont les noeuds, les marques de saignée et le gauchissement.

Le séchage ne présente pas de difficulté. Un bois à 50% d'humidité initiale peut être séché à 10% d'humidité en six jours environ en suivant le programme Malaysian Drying Schedule C. Très souvent de 30 à 40 pour cent de la matière première consiste en bois de réaction très sujet au gauchissement. L'emploi de colles urée-formol ou phénolique donne des résultats satisfaisants. Les finitions donnent des résultats satisfaisants.



## D. UTILISATIONS

Jusque dans les années soixante-dix, les vieux hévéas étaient abattus et soit débités en bois de feu pour le séchage des feuilles de latex coagulé, le séchage du tabac, la cuisson des briques, soit simplement brûlés sur place lors de la préparation du terrain pour la replantation. Avec le développement de méthodes de transformation appropriées - par exemple panneaux lattés -, le bois d'hévéa est devenu un produit important pour l'utilisation locale et l'exportation. Entre 1985 et 1990 on a assisté à un accroissement spectaculaire des exportations de sciages séchés artificiellement et traités avec des produits de préservation efficaces. Depuis lors, cependant, la tendance s'est portée vers l'exportation de produits finis.

La Malaisie est le principal producteur, et de nombreuses fabriques de meubles s'y sont installées depuis quelques années. La Thaïlande et l'Indonésie lui ont emboîté le pas, et à l'heure actuelle ces trois pays sont les seuls producteurs importants de bois d'hévéa. Outre la fabrication de meubles et autres emplois des sciages, le bois d'hévéa est utilisé pour la fabrication de panneaux de fibres de moyenne densité, de panneaux de bois-ciment et de charbon de bois.

## BIBLIOGRAPHIE

1. LEE YEW HON, ENSKU ABDUL RAHMAN BIN CHIK & CHU YUE PUN. 1979. The Strength Properties of Some Malaysian Timbers. Malaysian Forest Service Trade Leaflet No 34.
2. HON LAY TON & SIM HEOK CHOH. 1994. Rubberwood Processing and Utilization. Malayan Forest Records No 39, F.R.I.M.
3. RAZALI, A.K. & WONG, E.D. 1994. Laminated Veneer Lumber (LVL) From Forest Plantation Thinnings and Agricultural Wastes – *Acacia mangium* and *Hevea brasiliensis*. International Symposium on the Utilization of Fast-growing Trees. 15 - 23 October. Nanjing.
4. LEE YEW HON, and al. 1979. The Strength Properties of Some Malaysian Timbers. Malaysian Forest Service Trade Leaflet No 34.
5. Malaysian Timber. Rubberwood Research and Utilization Committee. Malaysian Forest Service. 1979. Trade Leaflet No.34.
6. CHUDNOFF, MARTIN: 1980. Tropical Timbers of the World. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory.



## ***Octomeles sumatrana***

### **A. DONNEES GENERALES**

**Famille :** Datisacées

**Noms vernaculaires :** Binuang, Erima

#### **Répartition**

*Octomeles sumatrana* est largement distribué depuis Sumatra jusqu'à Bornéo, aux Philippines, à la Papouasie-Nouvelle-Guinée et aux îles Salomon. Il n'en existe pas de peuplements naturels en Malaisie Péninsulaire ni en Indochine.

#### **Description de l'arbre et caractères de croissance**

C'est un grand arbre au fût cylindrique rectiligne, qui atteint dans des conditions favorables 60 m de hauteur et 30-100 cm de diamètre. Les branches s'étalent horizontalement, et la cime est plutôt clairsemée. Il a d'important contreforts, qui se prolongent jusqu'à 2-3 m de hauteur. La sève est blanc grisâtre ou jaune. L'écorce des jeunes arbres est assez lisse, de couleur jaune à blanc grisâtre.

Sur les arbres plus âgés, l'écorce devient rugueuse et écailleuse, avec des gouttières superficielles, et elle est généralement de couleur grise. Les graines sont très fines, en moyenne 2 000 par gramme. On trouve généralement l'essence le long des cours d'eau.

#### **Plantations**

*Octomeles sumatrana* est l'un des arbres tropicaux ayant la croissance la plus rapide, et on a enregistré une circonférence de 37 cm à 4 ans. Il pousse le mieux en pleine lumière, et préfère les sols humides et bien drainés.

Des essais de plantation effectués par le SBLC dans l'ouest de la Nouvelle-Bretagne (Papouasie-Nouvelle-Guinée) ont fourni des résultats satisfaisants, avec un taux de survie élevé, à des espacements de 4 x 4 m, 5 x 5 m et 6 x 6 m. L'accroissement annuel moyen a été de 35 m<sup>3</sup>/ha à 8 ans, et on n'a pas observé d'attaques sérieuses de parasites.

### **B. CARACTERISTIQUES DU BOIS**

Le bois a une couleur claire, blanc jaunâtre ou brun jaunâtre, parfois brun clair sur les arbres âgés. Son aspect général est comparable à celui du Lauan et du Meranti. L'aubier est légèrement plus clair que le bois de cœur. Le fil est droit ou légèrement contrefilé. Le grain est moyen à grossier. Les vaisseaux sont isolés ou accolés, assez peu nombreux et disposés radialement. La moelle n'est pas importante, et le bois ne contient pas de silice. A l'état vert, il se caractérise par une odeur nauséabonde, qui disparaît au séchage.

#### **Caractéristiques physiques**

Des grumes de peuplements naturels de l'île de Nouvelle-Bretagne (Papouasie-Nouvelle-Guinée), d'un diamètre moyen de 64 cm, ont une densité moyenne sec à l'air de 0,36 g/cm<sup>3</sup> (0,22-0,41 g/cm<sup>3</sup>). Sur des grumes de plus petit diamètre (56 cm) de même origine, on a mesuré une densité moyenne sec à l'air de 0,32 g/cm<sup>3</sup> (0,22-0,37 g/cm<sup>3</sup>). Cette densité est nettement plus faible pour des grumes de 44 cm de diamètre provenant de plantations de 9 ans de Papouasie-Nouvelle-Guinée, en moyenne de 0,24 g/cm<sup>3</sup> (0,19-0,35 g/cm<sup>3</sup>). La densité décroît de l'écorce vers le cœur.

Le retrait moyen de bois de peuplements naturels entre l'état saturé et l'état sec à l'air est de 2,0% (0,9-3,9%) dans le sens radial et 3,4% (2,4-6,1%) dans le sens tangentiel. Pour des bois provenant de plantations ces valeurs sont respectivement de 1,4% (0,3-2,3%) et 5,4% (1,41-1,5%).



Le taux d'absorption d'eau par 24 heures est de 0,11-0,24 g/mm<sup>2</sup> en bout et 0,03-0,08 g/mm<sup>2</sup> sur les faces. Il n'y a pas de différence significative entre les taux d'absorption des bois de peuplements naturels et de plantations. Le bois de coeur n'est pas naturellement durable, et il est fréquemment attaqué par trois espèces de champignons.

### Caractéristiques mécaniques

L'analyse d'échantillons provenant de Papouasie-Nouvelle-Guinée a donné les résultats suivants :

Origine	H (%)	Masse volumique (kg/m <sup>3</sup> )	F <sub>12</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	E <sub>L</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	C <sub>12</sub> (N/mm <sup>2</sup> )		Cis (N/mm <sup>2</sup> )	Fend (N/mm)		Dureté Janka (N)	
					Pa	Pe		R	T	Pe	Pa
PNG (p <sup>t</sup> naturel)	12	367	53	8 200	36		5,5	37	33	1 580	1 958
PNG (p <sup>t</sup> naturel)	15	340	49	6 700	25		5			7*	27*
		(220-410)	(36-56)	(4 700-8 000)	(21-30)		(3-7)			(5-9)	
PNG (9 ans)	15	240	33	4 500	20		4			4*	13*
		(190-350)	(26-43)	(3 400-5 200)	(16-25)		(2-6)			(3-6)	

H : humidité F<sub>12</sub> : contrainte de rupture en flexion statique E<sub>L</sub> : module d'Young C<sub>12</sub> : contrainte de rupture en compression Cis : contrainte de rupture en cisaillement Fend : résistance au fendage

Pa: parallèle au fil Pe: perpendiculaire au fil R: Radial T: Tangentiel

Dureté Janka ≈ Dureté Monnin x 300

\* : Dureté Brinell

### C. CARACTERISTIQUES DE MISE EN OEUVRE

Le rendement au sciage d'*Octomeles sumatrana* est moyen à élevé, à la scie à ruban comme à la scie circulaire. La puissance requise pour le sciage est normale. Des sciages de 27 mm d'épaisseur sèchent en 10-12 jours, avec une température sèche de 50°C et une température humide de 45°C, et une injection périodique de vapeur dans le séchoir. Lorsqu'on sèche du bois vert très humide, il est recommandé de démarrer à température plus basse afin d'éviter la fente et autres formes de dégradation. *Octomeles sumatrana* se sèche bien, mais il est souvent sujet au gauchissement. Lors du rabotage, les pièces longues ont tendance à pelucher davantage que les pièces courtes.

Les colles phénolique et urée-formol donnent de bons résultats. Le temps de séchage de la peinture est normal avec des peintures polyester ou nitrocellulosiques.

Les grumes de qualité placage se déroulent bien, mais des fentes se produisent souvent sur la partie externe des placages. La finition des placages ne pose pas de problème. Le temps de séchage des placages est plus long que la normale, mais les déformations ne sont pas très prononcées. La résistance des collages est parfois faible avec des colles urée-formol. On constate généralement une diminution appréciable de l'épaisseur lors du pressage à chaud dans la fabrication du contreplaqué. La qualité de la matière première étant variable, il importe d'effectuer des essais périodiques sur la diminution d'épaisseur lors du pressage à chaud et sur la tenue du collage.

### D. UTILISATIONS

Le bois d'*Octomeles sumatrana* n'est pas de qualité exceptionnelle, mais il est relativement léger et uniforme, ce qui le rend apte à des usages divers tels que meubles, châssis et panneaux d'intérieur. Son placage peut être utilisé en âme et en pli extérieur de contreplaqué, à condition de prendre les précautions d'usage lors du pressage à chaud et du collage. Moyennant une sélection rigoureuse, certains placages pourront même être utilisés comme placage de parement.



## BIBLIOGRAPHIE

1. LEE YEW HON, ENKAU ABDUL RAHMAN bin CHIK, CHU YUE PUN. 1979. The Strength Properties of Some Malaysian Timbers. Malaysian Forest Service Trade Leaflet No 34.
2. CHUDNOFF M., 1979. Tropical Timbers of the World. Forest Products Laboratory, Forest Service, U.S.D.A.
3. BOLZA E & KLOOT N.H., 1966. The Mechanical Properties of 81 New Guinea Timbers. Technical Paper No 41. C.S.I.R.O, Australia.
4. Properties and users of Papua New Guinea Timbers. Forest Products Research Center, Department of Forests, Papua New Guinea. 1973.
5. Lesser-Known Timber Species of SEALPA Countries. South East Asia Lumber Products Association. 1980.
6. The Properties of Tropical Woods 17 : Studies on the Utilization of Seven Species from New Guinea and Solomon Islands. Wood Technology Div. and Forest Products Chemistry Div.. Bulletin of the Government Forest Experiment Station 244. 1972.
7. Properties of Some Papua New Guinea Woods, 1.3 (1977). Bulletin Nos. 292, 294 of the Government Forest Experiment Station . Working Group on Utilization of Tropical Woods.
8. The Useful Tropical Wood Species. Tropical Agricultural Research Center. Japan. 1987.
9. The Report on Wood Properties of Tropical Plantation Species. Hokkaido Wood Products Technology Association. 1994.



## ***Paraserianthes falcataria***

### **A. DONNEES GENERALES**

**Famille :** Légumineuses

#### **Noms vernaculaires**

Djeungjing, Sengon laut (Indonésie) ; Moluccan sau, Palcata (Philippines) ; Batai, Kayu macis (Malaisie) ; White albizia (Papouasie-Nouvelle-Guinée) ; Tamilini (Sri Lanka) ; Mara (Hawaï).

**Synonymes :** *Albizzia falcata* (L.), *Albizia falcataria*

#### **Répartition**

Cette essence est indigène de Papouasie-Nouvelle-Guinée, d'Irian Jaya, des îles Salomon et des Moluques. On la plante dans tout le Sud-Est asiatique et dans les îles du Pacifique, notamment en Indonésie, en Malaisie, aux Philippines et aux Fidji.

#### **Description de l'arbre et caractéristiques de croissance**

C'est l'un des arbres qui a la croissance la plus rapide dans le monde. Sa hauteur, qui excède 30 mètres, atteint parfois 45 mètres. La cime des arbres adultes est étalée horizontalement. Le diamètre atteint 80-120 cm. Du fait que l'arbre peut être branchu à partir de la portion inférieure du tronc, il est important de l'élaguer. Les feuilles sont composées bipennées, avec de nombreuses folioles. L'essence fructifie abondamment et régulièrement. Les températures optimales vont de 22° à 29°C, et on la trouve depuis le niveau de la mer jusqu'à 1 500 m, mais l'optimum se situe au-dessous de 800 m. Dans les meilleures stations des Philippines, la pluviométrie annuelle est de 4 500 mm, sans saison sèche. L'essence pousse le mieux sur des sols profonds, bien drainés et suffisamment fertiles.

#### **Plantations**

C'est l'une des essences de reboisement les plus appréciées et les plus largement introduites dans les tropiques. Les superficies des reboisements sont estimées en 1993 à 198 000 hectares en Indonésie, 120 000 hectares au Sabah (Malaisie), et 60 000 hectares aux Philippines. Sur des stations favorables sa hauteur peut atteindre 15 m en 3 ans et 30 m en 9-10 ans, les accroissements annuels moyens allant de 39 m³/ha sur stations moyennes à 50-80 m³/ha sur les meilleures stations avec une révolution de dix ans.

Après la coupe, les plantations peuvent être régénérées par régénération naturelle et parfois par rejets de taillis. Aux Philippines, *P. falcataria* est attaqué par le champignon *Corticium salmonicolor*, provoquant le chancre de l'albizia qui peut être dévastateur si l'on ne prend pas de mesures de lutte avec des fongicides appropriés et de prévention sanitaire par la coupe et l'élagage. Diverses pourritures blanches et brunes peuvent aussi causer de sérieux dégâts. Outre la production ligneuse, l'essence est également utilisée comme arbre d'ombrage pour les plantations de cacaoyers, de caféiers et de théiers ainsi que pour d'autres essences forestières qui requièrent de l'ombre durant leur phase d'installation.

### **B. CARACTERISTIQUES DU BOIS**

#### **Description**

Il n'y a généralement pas de différence marquée de couleur entre l'aubier et le bois de cœur, tous deux étant normalement blancs ou blanc jaunâtre clair, tendant au brun-rouge chez les arbres plus âgés. Le bois de couleur claire est souvent de mauvaise qualité. Le fil est plus ou moins complexe, et le grain est grossier. Il y a relativement peu de vaisseaux, et ils peuvent être isolés ou accolés entre eux, leur taille étant moyenne à importante. La moelle n'est pas développée et ne contient pas de silice.



### Caractéristiques physiques

Le bois est léger ; sa densité (sec à l'air) étant de 0,30-0,35 g/cm<sup>3</sup>. Des données provenant de l'île de Nouvelle-Bretagne (Papouasie-Nouvelle-Guinée) indiquent une moyenne de 0,38 g/cm<sup>3</sup> (0,26-0,48 g/cm<sup>3</sup>) pour des bois d'un diamètre moyen de 94 cm. La densité décroît de l'écorce vers le coeur de la grume. Le coefficient de retrait moyen du bois entre l'état saturé et l'état sec à l'air est de 1,2% (0,8-1,5%) dans le sens radial et 3,0% (2,6-3,6%) dans le sens tangentiel. Le bois n'est pas très durable ; il est attaqué par trois espèces de champignons, dont celui responsable du bleuissement. Cependant, l'imprégnation avec des produits de préservation est relativement aisée.

### Caractéristiques mécaniques

On n'a guère de données sur les qualités mécaniques des bois séchés artificiellement. Les données ci-dessous concernent des bois secs à l'air :

Origine	H (%)	Masse volumique (kg/m <sup>3</sup> )	F <sub>12</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	E <sub>L</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	C <sub>12</sub> (N/mm <sup>2</sup> )		Cis (N/mm <sup>2</sup> )	Fend (N/mm)		Dureté Janka (N)	
					Pa	Pe		R	T	Pe	Pa
Hawaï	12	384	58	8800	31,2	1,7	5,0	13	29	2002	13*
Malaisie	15	385	38	6800	19,2					2360	
P.N.G.	12	333	48	6900	26,5					1468	
Sabah (12 ans)	15	330	55	7800	26,7					5*	

H : humidité F<sub>12</sub> : contrainte de rupture en flexion statique E<sub>L</sub> : module d'Young C<sub>12</sub> : contrainte de rupture en compression Cis : contrainte de rupture en cisaillement Fend : résistance au fendage

Pa: parallèle au fil Pe: perpendiculaire au fil R: Radial T: Tangentiel

Dureté Janka ≈ Dureté Monnin x 300

\* : Dureté Brinell

### C. CARACTERISTIQUES DE MISE EN OEUVRE

Quelle que soit la méthode de sciage utilisée (par scie circulaire ou par scie à ruban), le peluchage est fréquent. Le peluchage et les marques de rouleaux sont également courants sur les surfaces travaillées à la raboteuse. Des sciages de 27 mm d'épaisseur sèchent facilement en trois jours à une température sèche et une température humide respectivement de 60°C et 55°C, avec injection périodique de vapeur. Il faut prendre des précautions afin d'éviter le retrait, étant donné la qualité variable des bois provenant de reboisements. Lors du déroulage il peut se produire un peluchage, parce qu'il est souvent difficile de maintenir la bille fermement contre le couteau en raison de la faible dureté du bois de coeur. On utilise des colles phénoliques et urée-formol avec des résultats satisfaisants.

### D. UTILISATIONS

Mettant à profit la légèreté et la couleur claire du bois, de blanc à blanc jaunâtre, les industriels utilisent *P. falcata* pour les côtés de tiroirs, les meubles, les âmes de contreplaqué, les allumettes, les emballages pour céramique. Dans certains cas, on l'utilise également comme placage de parement, et souvent pour la fabrication de panneaux lattés et de panneaux de particules. On l'a testé pour la fabrication de panneaux de grandes particules orientées. Cependant, il est actuellement utilisé principalement pour la fabrication de pâte à papier.



## BIBLIOGRAPHIE

1. LEE YEW HONG, ABDUL RAHMAN BIN CHIK & CHU YUE PUN. 1979. The Strength Properties of Some Malaysian Timbers. Malaysian Forest Service Trade Leaflet No34.
2. CHUDNOFF M., 1979. Tropical Timbers of the World. F. P. L. , Forest service, U.S. D. A..
3. BOLZA E., KLOOT N. H., 1966. The Mechanical Properties of 81 New Guinea Timbers. Technical Paper No 41, C.S.I.R.O.
4. Properties and uses of Papua New Guinea Timbers. Forest Products Research Center, Department of Forests, Papua New Guinea. 1973.
5. South East Asia Lumber Products Association. 1980. Lesser-known Timber Species of SEALPA Countries.
6. TIE TEOW CHUAN & TANNGAU W. M., 1991. Cultivated and Potential Forest Plantation Tree Species With Special Reference to Sabah.
7. Wood Technology Division and Forest Products Chemistry Division. 1974. The Properties of Tropical Woods, Studies on the Utilization of Nine Species from New Guinea and Other Areas. Bulletin No 269 of the Government Forest Experiment Station.
8. Wood Technology Division. 1975. 300 Useful Woods Species of the World. Wood Technology Association of Japan.
9. SUDO S., 1970. Tropical Woods. Chikyu Syuppan.
10. OGATA K., 1974. Notes on the Tropical Trees : Sengon Laut. The Tropical Forestry 33.
11. NISHIMURA K., 1983. Possibilities for Utilization of *Albizia falcataria*. The Tropical Forestry Bulletin No 67.



## ***Peronema canescens***

**Famille :** Verbénacées

### **Noms vernaculaires**

Sungkai, Cherek, False Alder (Malaisie) ; Jati Sabrang, Jat Londo, Kurus (Indonésie) ; Sangkae, Khoeilai, Sakae (Thaïlande).

### **Répartition**

*Peronema* est un genre monotypique indigène de Malaisie Péninsulaire, de Sumatra, de l'Archipel Riau, de l'ouest de Java et du Kalimantan. On le plante en Indonésie, en Malaisie et en Thaïlande.

### **Description de l'arbre et caractéristiques de croissance**

C'est un arbuste ou un arbre de petite à moyenne taille, à feuilles persistantes ou décidues, qui peut atteindre 20-30 mètres de hauteur. Le fût est rectiligne ou légèrement sinueux, jusqu'à 70 cm de diamètre, généralement avec de petits contreforts et dépourvu de branches jusqu'à 9-15 mètres de hauteur. L'écorce est de couleur gris sale ou chamois clair, sa surface est lisse à fissurée, fibreuse ou écailleuse.

Il est commun dans les clairières de forêt secondaire, le long des berges de cours d'eau, des routes et des voies ferrées, et en terrain découvert. On ne le trouve pas dans la forêt primaire, et il pousse le mieux sur des stations humides à très humides, même si elles sont inondées saisonnièrement. Il ne pousse pas bien si les conditions sont très sèches. On le trouve à l'état spontané du niveau de la mer à 600-900 m d'altitude. On trouve des régénérations naturelles luxuriantes en terrain dégagé perturbé, comme les trouées d'exploitation.

### **Plantations**

La méthode courante de propagation est par boutures de tige prélevées sur des arbres rectilignes. Des expériences en Indonésie ont montré que des boutures de 1,5-2 cm de diamètre et 20-25 cm de longueur donnent le meilleur enracinement. Après 4-6 mois en pépinière, les jeunes plants peuvent être transplantés. L'espacement de plantation est généralement de 3 x 1 m en Indonésie, mais on utilise aussi des espacements de 3 x 2 m et 4 x 2 m.

*Peronema* ne convient pas pour les plantations en mélange avec d'autres essences, mais on peut l'utiliser comme couvert initial pour les plantations de diptérocarpacées. En général, il ne s'élague pas naturellement, de sorte que l'élagage artificiel est nécessaire. Les blessures causées par l'élagage se cicatrisent rapidement et n'engendrent que rarement des pourritures.

*Peronema* exige beaucoup de lumière pour avoir une croissance optimale. La croissance initiale est assez rapide en pleine lumière, mais se ralentit ensuite, même sur sols fertiles. Les accroissements annuels moyens dans des parcelles d'essai en forêt exploitée au Kalimantan oriental ont été de 120 cm en hauteur et 0,8 cm en diamètre au stade de gaulis, 114 cm en hauteur et 1,5 cm en diamètre au stade de perchis. Dans l'est de Java, des arbres âgés de 7 ans avaient une hauteur moyenne de 9,5 mètres et un diamètre moyen de 10,3 cm. L'accroissement annuel moyen a été d'environ 10 m³/ha dans un peuplement de 15 ans planté à l'espacement de 3 x 1 m à Gadungan (Indonésie).

Les semis ombragés sont souvent attaqués par la rouille foliaire. Des insectes térébrants attaquant les pousses terminales peuvent déformer les arbres.

## **B. CARACTERISTIQUES DU BOIS**

### **Description**

Le bois de coeur est de couleur crème à jaune clair ou brun clair, et n'est pas nettement distinct de l'aubier. La surface du bois est moyennement lustrée, et en coupe radiale montre un aspect rubané. Le fil



est généralement droit, mais parfois légèrement ondulé. Le grain est moyennement fin à grossier, et souvent assez irrégulier. La présence de silice est fréquente.

### Caractéristiques physiques

Le bois de *Peronema* est léger à mi-lourd, de dureté moyenne, et présente une certaine ressemblance avec le teck. Sa densité est comprise entre 520 et 730 kg/m<sup>3</sup> à 15% d'humidité. Sa valeur énergétique est de 20 150 kJ/kg.

Il est classé comme moyennement durable. Dans des conditions tropicales, il a une durée de vie moyenne de 3 ans en contact avec le sol. Il est moyennement résistant aux attaques de termites, résistant aux attaques des lyctidés, mais facilement attaqué par les scolytes. Le bois n'est pas sensible aux champignons de décoloration. Il est facile à traiter avec des produits de préservation.

### Caractéristiques mécaniques

Les données suivantes sont rapportées pour des bois de *Peronema* d'Indonésie.

Origine	H (%)	Masse volumique (kg/m <sup>3</sup> )	F <sub>12</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	E <sub>L</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	C <sub>12</sub> (N/mm <sup>2</sup> )		Cis (N/mm <sup>2</sup> )	Fend (N/mm)		Dureté Janka (N)	
					Pa	Pe		R	T	Pe	Pa
Indonésie	vert		67	9 900	25		6-7	49,5	52	3 195	4 336
	15		67	8 235	31		6-7				
	15	520-730	55,5	8 230	31		4,5-6	61	64	2 530	2 960

H : humidité    F<sub>12</sub> : contrainte de rupture en flexion statique    E<sub>L</sub> : module d'Young    C<sub>12</sub> : contrainte de rupture en compression    Cis : contrainte de rupture en cisaillement    Fend : résistance au fendage  
Pa: parallèle au fil    Pe: perpendiculaire au fil    R: Radial    T: Tangentiel  
Dureté Janka ≈ Dureté Monnin x 300

## C. CARACTERISTIQUES DE MISE EN OEUVRE

L'usinage ne pose pas de problème particulier, mais la présence de silice dans le bois a un effet désaffûtant sur les scies. Le rabotage, le toupillage et le tournage donnent des résultats moyens, tandis que le perçage et le ponçage donnent de bons résultats. Les placages peuvent être collés avec une colle urée-formol pour donner un contreplaqué de bonne qualité.

Le bois de *Peronema* se sèche assez rapidement sans défauts sérieux, mais des craquelures peuvent se produire. Des planches de 25 mm d'épaisseur mettent environ 2 mois pour sécher à l'air.

## D. UTILISATIONS

Le bois de densité moyenne est utilisé pour les piliers de maisons, la menuiserie d'intérieur et tout particulièrement pour les fermes de toiture en raison de sa légèreté et de sa résistance. Son aspect figuré le fait apprécier pour les meubles et l'ébénisterie ainsi que comme placage décoratif. Au Kalimantan et dans l'Archipel Riau, les petites fabriques de meubles l'utilisent souvent pour les carcasses de meubles.

On utilise en médecine traditionnelle le jus amer des feuilles et une décoction d'écorce comme fébrifuge. Les feuilles bouillies sont utilisées en cataplasme contre la teigne, et comme élixir contre les maux de dents.

La plantation de *Peronema* offre de belles perspectives pour alimenter l'industrie du bois. Il peut pousser sur des sols très pauvres, et sa multiplication, même par boutures de faible diamètre, est relativement



La plantation de *Peronema* offre de belles perspectives pour alimenter l'industrie du bois. Il peut pousser sur des sols très pauvres, et sa multiplication, même par boutures de faible diamètre, est relativement aisée. Son bois convient pour un grand nombre de produits à forte valeur ajoutée, et il se travaille bien. Il est recommandé d'encourager les plantations de cette essence, et l'exportation de produits fabriqués avec son bois. Une information plus sûre est nécessaire, notamment en ce qui concerne sa sylviculture et la conduite des plantations.

## BIBLIOGRAPHIE

1. CORNER E. J. H., 1986. Wayside Trees of Malaya. 3<sup>rd</sup> edition. 2 volumes. The Malayan Nature Society, Kuala Lumpur. 774 pp.
2. FUNDTER J. M., DE GRAAT N.R. & HILDEBRAND J.W., 1989. *Peronema canescens* Jack . In : Westphal E. & Jansen P.C.M. (Editors): Plant Resources of South-East Asia. A Selection. Pudoc, Wageningen. pp. 222 - 224.
3. MARTIWIJAYA A. and al., 1986. Indonesian Wood Atlas. Vol. 1. Forestry Products and Development Centre, Bogor. 166 pp.
4. WHITMORE T.C., TANTRA I.G.M & SUTISNA U., 1986-1990. Tree Flora of Indonesia. Checklists for Sumatra, Sulawesi, Bali, Nusa Tenggara, Timor, Maluku and Kalimantan. 6 volumes. Agency for Forestry Research and Development. Forest Research and Development Centre, Bogor.



## ***Pinus caribaea***

### **A. DONNEES GENERALES**

**Famille :** Pinacées

#### **Noms vernaculaires**

Caribbean Pine, Pitch Pine, Nicaragua Pine, Cuban Pine, British Honduras Pitch Pine.

#### **Répartition**

Indigène dans une grande partie de l'Amérique Centrale, à Cuba et aux Bahamas, et planté dans toute la zone tropicale, entre autres en Malaisie, en Indonésie et aux Philippines.

*Pinus caribaea* est souvent divisé en trois variétés : var. *hondurensis* (typique de l'Amérique Centrale continentale et fréquemment planté dans le Sud-Est asiatique), var. *caribaea* (de l'ouest de Cuba et de l'île des Pins), et var. *bahamensis* (des îles Bahamas et Caïques).

#### **Description de l'arbre et caractéristiques de croissance**

Grand arbre atteignant 45 m de hauteur dans les peuplements naturels, mais généralement beaucoup moins haut en plantations, avec un fût cylindrique rectiligne, une écorce profondément fissurée, et des branches brun orangé virant ensuite au brun gris. Le fût est libre de branches jusqu'à une hauteur de 15-21 m. C'est l'un des pins les plus résistants au feu.

La variété *caribaea* est celle qui pousse le moins vite, mais qui a le tronc le plus rectiligne et la ramification la plus régulière. La variété *bahamensis* pousse un peu plus vite et a une bonne forme, avec peu de "queues de renard". La variété *hondurensis* a la croissance la plus rapide, et présente fréquemment des "queues de renard" dans les plantations.

*Pinus caribaea* se rencontre dans des régions ayant une pluviométrie annuelle moyenne de 660 à 4 000 mm, une température moyenne annuelle de 21°-27°C, une moyenne des températures maximales de 29°-34°C, et des températures minimales de 15°-23°C. Il pousse bien jusqu'à 1 000 m d'altitude.

#### **Plantations**

Les mycorhizes sont nécessaires pour une bonne reprise et une bonne croissance de *P. caribaea*. C'est une essence de lumière, qui préfère des sols bien drainés, de texture moyenne, neutres à acides (pH optimum 5-6). Il peut tolérer des sols saisonnièrement engorgés et des sols salés. Il répond bien à une légère fertilisation azotée.

Les jeunes arbres de 3-5 ans passent généralement par un stade dit "herbacé", caractérisé par des aiguilles disposées en bouquets denses, des pousses courtes et une croissance en hauteur réduite. On voit parfois apparaître des "queues de renard" (hypertrophie terminale). Les arbres plantés en Malaisie Péninsulaire et au Kalimantan oriental ne produisent pas de graines, en raison du manque de synchronisme entre production de cônes mâles et femelles. Aux Philippines, on enregistre des accroissements annuels de 2,8 cm en diamètre et 2,7 m en hauteur.

La fonte des semis est un problème, qui peut cependant être notablement réduit par la pulvérisation régulière de fongicide, la surveillance du degré d'humidité dans les planches de pépinière et la stérilisation de la terre des pots. Aux Philippines, les plantations sont sujettes aux attaques de la Tordeuse des pousses du pin (*Diryctria rubella*), contre laquelle on peut lutter par des insecticides appropriés. Les principaux ravageurs dans le nord de Sumatra sont les pyralidés térébrants des pousses et de la tige. En Malaisie, ce sont les termites qui sont signalés comme étant les principaux ennemis des plantations.



## B. CARACTERISTIQUES DU BOIS

### Description

Le bois de coeur est brun jaunâtre à brun rouge. L'aubier est blanc jaunâtre à jaune rougeâtre clair, et nettement distinct du bois de coeur. Les cernes d'accroissement sont distincts, de largeur irrégulière, les couches de bois final se détachant nettement. Sur les plans longitudinaux on distingue des lignes plus foncées, ressemblant à des griffures, formées par les canaux de résine axiaux. Le fil est droit à contrefilé. Les rayons sont très fins et indistincts à l'oeil nu. Le bois est résineux, et a une odeur et un goût de résine. Il ressemble de près au Slash Pine d'Amérique (*Pinus elliottii*).

### Caractéristiques physiques

Le bois de *P. caribaea* est moyennement dur. Sa densité est relativement faible, de 435 à 503 kg/m<sup>3</sup>, entre 18% et 12% d'humidité. Dans les conditions tropicales il est moyennement durable, et il est sujet aux attaques de termites. Il est également sensible au bleuissement et aux attaques de scolytes et térébrants du bois sec. Le bois de coeur est classé comme moyennement imprégnable.

Le retrait est moyen, de 2,5% dans le sens radial et 3,9% dans le sens tangentiel entre l'état vert et 15% d'humidité, et de 4,5% dans le sens radial et 6,4% dans le sens tangentiel entre l'état vert et l'état anhydre.

### Caractéristiques mécaniques

Le tableau ci-dessous montre les caractéristiques mécaniques de *P. caribaea* de différentes origines.

Origine	H (%)	Masse volumique (kg/m <sup>3</sup> )	F <sub>12</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	E <sub>L</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	C <sub>12</sub> (N/mm <sup>2</sup> )		Cis (N/mm <sup>2</sup> )	Fend (N/mm)		Dureté Janka (N)	
					Pa	Pe		R	T	Pe	Pa
Malaisie	18	1 075	26	3 400	13,5		5,5	29	32	1 960	
	18	435	36	3 700	19,5		8,5	40	44	2 220	
Fidji	vert		34	4 550	16						
	18	503	64	6 280	33,5						

H : humidité F<sub>12</sub> : contrainte de rupture en flexion statique E<sub>L</sub> : module d'Young C<sub>12</sub> : contrainte de rupture en compression Cis : contrainte de rupture en cisaillement Fend : résistance au fendage  
Pa: parallèle au fil Pe: perpendiculaire au fil R: Radial T: Tangentiel  
Dureté Janka ≈ Dureté Monnin x 300

## C. CARACTERISTIQUES DE MISE EN OEUVRE

Le bois de *P. caribaea* exsude de la résine, et peut être difficile à scier. Après un travail prolongé, les lames d'outil et les dents de scie sont encrassés par la résine, qui adhère aussi aux tables de machines, provoquant des difficultés d'alimentation. Le sciage et l'usinage peuvent être facilités par une pulvérisation de pétrole pour dissoudre la résine. L'emploi de lames de scie à pas plus long est également avantageux. Le bois se travaille bien lorsqu'il est séché à l'air, mais il risque alors de donner une surface rugueuse. Le bois a une légère tendance à se défibrer et à s'arracher autour des noeuds lors du rabotage et du moulurage. On peut y remédier par un bon réglage et un bon serrage des fers.

Le séchage artificiel est satisfaisant, mais la résine et les taches colorées peuvent causer des problèmes. Le bois provenant de plantations aux Fidji peut être séché à l'air de manière satisfaisante, à condition d'être sous couvert, bien empilé sur baguettes à faible espacement, et chargé pour prévenir le gauchissement.



Des planches de 30 mm d'épaisseur demandent environ 6 semaines pour sécher à l'air, de l'état vert à 20% d'humidité. Le séchage classique en séchoir donne de bons résultats avec des planches de 25 mm d'épaisseur (3-4 jours pour atteindre 12-14% d'humidité) aussi bien qu'avec des sciages de 50 mm. Un séchage à haute température s'est avéré satisfaisant pour des bois de charpente. Des bois de plantation de 30 mm d'épaisseur peuvent être séchés dans un séchoir solaire, de 145% à 12% d'humidité, en 40 jours.

Le bois est parfois difficile à teinter, à coller et à vernir à cause de la résine. On peut pallier ces difficultés en travaillant sur des surfaces fraîchement rabotées et poncées, et en les nettoyant au white spirit avant de les coller ou de les peindre. Le clouage, le vissage, le rainurage et le bouvetage sont satisfaisants, avec une légère tendance à la fente. Les bois ne se cintrent pas facilement.

#### D. UTILISATIONS

La densité relativement faible du bois limite son emploi en charpente. On l'utilise souvent pour la construction légère, les platelages, les parquets, les caisses à fruits et les jouets. Il est employé pour la fabrication de pâte à papier et de panneaux de fibres, et ses copeaux pour la fabrication de panneaux de particules. L'arbre produit une oléorésine de bonne qualité.

*P. caribaea* peut être utilisé pour la fabrication de produits à forte valeur ajoutée tels que les placages décoratifs et de parement, les moulures décoratives et la menuiserie d'intérieur, etc. Cependant son bois est très résineux, ce qui rend le sciage, l'usinage et la finition plus difficiles. Il est aussi très sensible au bleuissement et aux attaques d'insectes xylophages. Dans les plantations, l'arbre a tendance à faire des "queues de renard", ce qui ralentit sa croissance et nuit à la qualité du bois.

Les recherches doivent s'orienter vers la réduction du phénomène de « queues de renard » dans les plantations et vers le développement de techniques propres à améliorer le sciage et l'usinage pour obtenir un bon état de surface et une meilleure aptitude à la mise en oeuvre.

#### BIBLIOGRAPHIE

1. COWN D.J., MCCONCHIE D.L. & YOUNG G.D., 1981. Wood Properties of *Pinus caribaea* var. *hondurensis* grown in Fiji. New Zealand Forest Service, Forest Research Institute, Rotorua. Wood Quality Report No 39 (unpublished). 73 pp.
2. GREATHOUSE T.E., 1973. Pilot Plantations for Quick-Growing Industrial Tree Species, Malaysia. Tree Improvement in Malaysian Conifer Plantations. FAO Report No FO : SF/MAL 1 2, Technical Report B. 45 pp.
3. LAMB, A.F.A. 1973. *Pinus caribaea*. Vol. 1. Fast Growing Timber Trees of the Lowland Tropics No 6. Commonwealth Forest Institute, Oxford. 254 pp.
4. MCCARTER, P.S. 1983 *Pinus caribaea*: Wood Properties and Uses. Commonwealth Agricultural Bureau. F30. 52 pp.
5. PLUMPTRE, RA. 1984. *Pinus caribaea*. Vol. 2: Wood properties. Tropical Forestry Paper No 17. Commonwealth Forestry Institute, Oxford. 148 pp.
6. QUIONES, S.S. & DAYAN, M.P. 1981. Notes on the Diseases of Forest Species in the Philippines. Sylvatrop 6 : 61 - 68.



## ***Pinus kesiya***

### **A. DONNEES GENERALES**

**Famille botanique :** *Pinacées*

#### **Nom vernaculaires**

Pin à 3 feuilles, Pin kesiya, Tinshu (Myanmar) ; Ngo, Sral (Cambodge) ; Thong (Vietnam) ; May pek, Saleng (Philippines) ; Tinyu , Dingsa (Inde) ; Tusam (Indonésie).

#### **Synonymes**

*Pinus kasya*, *P. khasya*, *P. insularis*, *P. khasyana*, *P. yunnanensis* et *P. langbianensis* sont considérés comme appartenant au groupe d'espèces *Pinus kesiya*.

#### **Répartition géographique**

L'aire naturelle de répartition de *P. kesiya* est très large. On rencontre cette espèce au Tibet, à l'est et à l'ouest du Myanmar, dans le sud de la Chine (Yunnan), au nord du Laos, au nord-ouest de la Thaïlande, au Sud-Vietnam, aux Philippines (Luzon). Son aire de répartition est comprise entre 12° et 30° de latitude nord, et 90° et 122° de longitude est, entre 400 m (Philippines) et 2 900 m (Tibet) d'altitude, quoique le plus souvent entre 1000 et 1200 m. *P. kesiya* a été introduit en plantation dans de nombreux pays tropicaux, notamment en Malaisie, en Inde, en Papouasie-Nouvelle Guinée, aux Fidji, à Hawaï, en Nouvelle-Calédonie, en Australie, à Porto Rico, en Argentine, au Brésil, au Vénézuéla, en Guinée, au Congo, au Cameroun, au Nigéria, en Ouganda, au Kenya, en Tanzanie, à Madagascar, au Zaïre, au Zimbabwe, en Zambie et en Afrique du Sud.

#### **Description de l'arbre et caractéristiques de croissance**

À l'état naturel, les arbres peuvent atteindre 35 m de hauteur et 1 m de diamètre. Le fût est droit, cylindrique, dépourvu de branches sur une douzaine de mètres. Le houppier est clairsemé et les branches sont étalées horizontalement. Les branches sont plus courtes au sommet de l'arbre que dans la partie basse du houppier, ce qui donne à l'arbre une forme pyramidale caractéristique.

*P. kesiya* est tolérant à un assez grand éventail de sols. Des sols profonds et fertiles sont cependant nécessaires pour que sa croissance soit optimale, mais il peut s'accomoder de sols pauvres et peu épais. Dans son habitat naturel, les précipitations annuelles sont comprises entre 1 500 mm et 3 000 mm et la saison sèche dure de 1 à 6 mois. Les températures annuelles moyennes sont comprises entre 19°C et 25°C ; la température moyenne du mois le plus froid est comprise entre 6°C et 17°C et celle du mois le plus chaud entre 19°C et 38°C .

#### **Plantations**

Les meilleures conditions de croissance sont obtenues entre 700 et 1 800 m. *P. kesiya* est la principale espèce de Pin introduite à Madagascar, avec environ 50 000 ha plantés à ce jour. En Zambie, des plantations ont été mises en place à grande échelle sur environ 28 000 ha. Dans ces deux pays, le bois n'est utilisé que localement et n'est, actuellement, pas exporté. La productivité est très variable et dépend des conditions environnementales et du site ; elle peut être inférieure à 1 m³/ha/an sur les sites les plus pauvres et dépasser 20 m³/ha/an sur les hauts plateaux fertiles lorsque les plantations recoivent un apport d'engrais.

La présence de mycorhizes dans le sol est nécessaire pour assurer une croissance satisfaisante ; les jeunes plantations doivent être surveillées de façon continue et protégées efficacement contre les incendies, en particulier durant les toutes premières années.



La densité initiale de plantation est comprise entre 1600 à 2500 tiges à l'hectare ; deux à trois éclaircies sont en général pratiquées pour aboutir à une densité finale de 200 à 300 tiges à l'hectare vers 15 ans.

## B. CARACTERISTIQUES DU BOIS

### Description

L'aubier est peu différencié du duramen, blanchâtre à blanc-crème ; le duramen est jaunâtre à brun pâle ou rouge brun, et fonce à la lumière. Le grain est moyen, parfois irrégulier. Le fil est droit. Le bois est de couleur terne et présente une odeur de résine prononcée.

### Caractéristiques physiques et mécaniques

Dans le tableau ci-dessous sont présentées les valeurs moyennes des caractéristiques déterminées sur des bois à 12% d'humidité (les valeurs minimum et maximum correspondantes sont données entre parenthèses).

Origine	H. (%)	Masse volumique (kg/m <sup>3</sup> )	F <sub>12</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	E <sub>L</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	C <sub>12</sub> (N/mm <sup>2</sup> )		Cis (N/mm <sup>2</sup> )	Fend (N/mm)		Dureté Monnin
					Pa	Pe		R	T	
Burundi	12	620 (590-680)	116 (104-138)	11 000 (9 800-13 400)	60 (55-65)		5,6 (4,7-6,1)			3,5 (3,1-4,2)
Madagascar	12	440 (430-460)	71 (63-87)	7 700 (6 600-8 900)	37 (34-39)					1,6 (1,3-1,9)

H : humidité F<sub>12</sub> : contrainte de rupture en flexion statique E<sub>L</sub> : module d'Young C<sub>12</sub> : contrainte de rupture en compression Cis : contrainte de rupture en cisaillement Fend : résistance au fendage  
R: Radial T: Tangentiel  
Dureté Janka ≈ Dureté Monnin x 300

## C. CARACTERISTIQUES DE MISE EN OEUVRE

### Durabilité et imprégnabilité

Les grumes doivent être traitées juste après l'abattage car le bois est très peu durable. L'aubier est peu distinct du duramen ; de ce fait, il est préférable de considérer que le bois est globalement sensible aux attaques des champignons et des insectes, sachant par ailleurs que *P. kesiya* est peu durable. Il est attaqué par les termites et par les insectes de bois sec. Il est faiblement à moyennement imprégnable. Son utilisation n'est pas conseillée en cas de risques d'exposition temporaire ou permanente à l'humidité.

### Sciage, déroulage, et usinage

Le bois de *P. kesiya* est facile à travailler, bien que la résine puisse encrasser les lames de scie et les fers de raboteuse et de dégauchisseuse. Sa dureté moyenne le rend peu abrasif. Le sciage ne pose pas de problème particulier et l'utilisation de lames à dentures stellites n'est pas nécessaire. De même, l'utilisation d'outils ordinaires est suffisante pour l'usinage. Les grumes se déroulent facilement après étuvage à 70°C ou 80°C, mais la résistance à la traction des placages est faible.

### Séchage

Le séchage est rapide, sans risque important de fentes ni de déformations. Les bois doivent être séchés très rapidement après le sciage pour limiter les risques de bleuissement et d'exsudation de résine.



## Assemblage et finition

Les bois se clouent et se vissent facilement. La présence de résine peut poser des problèmes lors du collage et des opérations de finition ; de ce fait, il est conseillé d'adopter les mesures suivantes :

- séchage des bois à plus de 70°C,
- ponçage avant collage,
- collage juste après usinage,
- augmentation de la pression de collage.

## D. UTILISATIONS

Le bois de *P. kesiya* est relativement léger. Ses propriétés mécaniques sont moyennes, voisines de celles de *Pinus patula*. Sa faible résistance aux champignons et sa sensibilité au bleuissement limitent ses possibilités d'utilisation. Pour pallier ce handicap, les bois doivent recevoir des traitements de préservation appropriés, notamment pour les utilisations en extérieur et lorsque les bois sont susceptibles d'être attaqués par les champignons.

Le bois de *P. kesiya* convient en construction, pour la fabrication de charpentes légères, de menuiseries intérieures, d'huisseries et de fenêtres, de moulures, d'éléments de parquet et de panneaux décoratifs, d'éléments lamellés-collés, d'emballages divers (caisses, cagettes, boîtes), de meubles légers, d'éléments de meubles courants, et d'allumettes. Pour toutes ces utilisations, et comme pour de nombreuses essences de plantation, il est conseillé d'éliminer les zones de bois juvénile afin d'améliorer la qualité des produits.

*P. kesiya* convient aussi en déroulage pour la fabrication de contreplaqué (âme ou faces). Il peut être utilisé pour la fabrication de panneaux en bois massif reconstitué, de panneaux de particules, de panneaux de fibres et de pâte à papier.

Dans les zones de production (notamment à Madagascar), les arbres sont parfois gemmés, et la production de résine contribue au développement de l'économie locale. Bien que *P. kesiya* ne permette pas d'obtenir du charbon et du bois de feu de bonne qualité (cas de nombreuses espèces de Pin), il est souvent utilisé à cet effet dans les zones de production à défaut d'autres ressources.

La présence abondante de noeuds limite les possibilités d'utilisation de cette essence sous forme de bois d'oeuvre pour des produits à haute valeur ajoutée. Cependant, les techniques d'aboutage et de lamellation permettent de mieux valoriser les bois présentant ce type de défaut. De plus, l'emploi de bois nouveaux est parfois apprécié par certains décorateurs qui en tirent parti à des fins décoratives en aménagement intérieur.

Cependant, les unités de transformation n'ont pas la possibilité de bénéficier d'un approvisionnement régulier en grumes ce qui constitue un des principaux facteurs limitant l'utilisation de cette essence sous forme de bois d'oeuvre.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. BOUILLET J. P., 1993. Influence des éclaircies sur la forme du tronc - anisotropie radiale et profil en long de *Pinus kesiya* dans la région de Mangoro (Madagascar). Thèse de Doctorat en Sciences Forestières. CIRAD-Forêt/ENGREF, Nogent sur Mame/Nancy, 244 p.
2. CHIAVERINI M., 1992. Etude de la filière des pins tropicaux à Madagascar. Rapport de mission. CIRAD-Forêt. 35 p.



3. CHUDNOFF M., 1984. Tropical Timbers of the World. Agriculture Handbook n° 607, Forest Service, United States Department of Agriculture, Madison. 464 p.
4. CIRAD-Forêt. Base de données sur les caractéristiques technologiques des bois tropicaux.
5. CIRAD-Forêt. Présentation graphique des caractères technologiques des principaux bois tropicaux. Tome V : Bois de Madagascar, 161 p., 1985.
6. CIRAD-Forêt, CTBA. 1982. Guide pour le choix des essences déroulables pour la fabrication du contreplaqué. 226 p.
7. DEON G., 1990. Manual for the Preservation of Wood in the Tropics. CTFT. 112 p.
8. ELBEZ G. & BENTZ D., 1991. Le collage du bois. CTBA, 216 p.
9. GUENEAU P., 1970. Caractéristiques et utilisations des Pins de Madagascar (*Pinus patula* et *Pinus khasya*). Bois et Forêts des Tropiques, n°133, p 39-51. CIRAD-Forêt (CTFT), Nogent/Seine.



## ***Pinus merkusii***

### **A. DONNEES GENERALES**

**Famille :** Pinacées

#### **Noms vernaculaires**

Sumatran Pine, Damar Batu, Damar Bunga, Uyam (Indonésie) ; Mindoro Pine, Tapulao (Philippines) ; Song-songbai, Son-haang-mao, Kai-pluek-dam (Thaïlande) ; Thoong Hailas (Vietnam).

#### **Répartition**

Indigène de l'est de la Birmanie, de l'Indochine, de la Chine méridionale, du nord de la Thaïlande, des Philippines (Mindoro) et de Sumatra (Aceh, Tapanuli, Gunung Kerinci). On le plante couramment dans le Sud-Est asiatique. C'est le plus méridional de tous les pins, et le seul dont l'aire naturelle s'étende jusque dans l'hémisphère sud.

#### **Description de l'arbre et caractéristiques de croissance**

Grand arbre atteignant 50-70 m de hauteur, avec un fût cylindrique rectiligne libre de branches sur 15-25 m, et un diamètre moyen de 55 cm, mais pouvant occasionnellement atteindre 140 cm. Il a une écorce épaisse qui forme des plaques, et qui est gris-brun, mais écailleuse et d'une teinte plus rougeâtre vers le haut du tronc. Les arbres ont généralement des branches fortes, horizontales ou ascendantes.

Dans son aire naturelle du Sud-Est asiatique, on trouve *P. merkusii* dans une large gamme d'habitats de forêt et de savane, de 150 à 2 000 m d'altitude. C'est une essence pionnière, et son aire naturelle s'étend par colonisation de surfaces perturbées par exemple par le feu. C'est une essence de lumière caractérisée, qui pousse habituellement en peuplements purs. Il est commun dans le nord de Sumatra jusqu'à 2 000 mètres d'altitude. On le trouve dans des zones à pluviométrie annuelle de 1 000 à 2 800 mm, avec des températures moyennes annuelles de 21°-28°C, et des moyennes de températures maximales de 24°-32°C et de températures minimales de 18°-24°C.

#### **Plantations**

Dans ses plantations du Sud-Est asiatique, *P. merkusii* préfère des sols bien drainés de texture légère à moyenne, neutres ou acides (pH optimal 5-6). Les mycorhizes sont nécessaires pour une bonne reprise et une bonne croissance, et pour permettre aux plants de survivre en station défavorable. On trouve parfois des "queues de renard". Les arbres atteignent leur maturité sexuelle à 20 ans environ. Ils portent des cônes tous les ans, mais la production de graines est variable.

L'espacement de plantation est de 4 x 4 m pour la production de résine, et 3 x 1-2 m pour la production de bois. Pour la production de bois à pâte, on adopte généralement une révolution de 15 ans.

Sur une station de qualité moyenne, l'accroissement annuel moyen est de 22,4 m³/ha avec une révolution de 25 ans, mais il peut atteindre 30 m³/ha sur une station de meilleure qualité avec une révolution de 20 ans. A Sumatra, des peuplements de 30 ans (avec un diamètre moyen à hauteur d'homme de 56,5 cm) peuvent renfermer un volume sur pied de bois marchand de 397 m³/ha, pour une production totale de biomasse de 814 m³/ha. Le rendement moyen en résine est de 420-750 kg/ha.

Les plantations sont assez sensibles aux attaques de la Tordeuse des pousses et de la maladie des aiguilles. On peut lutter contre la tordeuse avec des insecticides, mais c'est coûteux et souvent peu pratique. Les principaux ravageurs dans le nord de Sumatra sont des membres des familles des Psychidés et des Géométridés (exemple: *Milionia basalis*), des Pyralidés térébrants des pousses et de la tige, et des écureuils locaux. Les termites sont signalés comme étant le principal ennemi dans les plantations de Malaisie.



## B. CARACTERISTIQUES DU BOIS

### Description

Le bois de coeur est de couleur brun jaunâtre à brun rouge, en fonction de la teneur en résine (plus forte dans un bois plus foncé). L'aubier est blanc jaunâtre à jaune rougeâtre clair, et bien distinct du bois de coeur. Le grain est grossier et le fil droit à faiblement contrefilé.

### Caractéristiques physiques

*P. merkusii* a un bois moyennement dense et moyennement dur. La densité du bois de coeur d'arbres de Sumatra est de 565-750 kg/m<sup>3</sup> à 15% d'humidité. En Birmanie et en Indochine la densité est normalement plus faible, de 480-530 kg/m<sup>3</sup> à 15% d'humidité. La valeur énergétique du bois est de 20 300-23 200 kJ/kg. *P. merkusii* est généralement plus dur que *P. kesiya*. Son bois est plus dense, la transition du bois initial au bois final est plus nette, et les canaux résinifères sont plus larges.

Dans des conditions tropicales, le bois est moyennement durable, et souvent sujet aux attaques de termites. Il est également sensible au bleuissement, aux scolytes et aux xylophages. Des essais de terrain en Indonésie ont indiqué une durée de vie en contact avec le sol de 1 à 4,5 ans. Le bois de coeur peut être facilement imprégné avec des produits de préservation Cu+Cr+As; il est considéré comme 'perméable'. Le retrait est moyen, 4,9% dans le sens radial et 8,3% dans le sens tangentiel entre l'état vert et l'état anhydre.

### Caractéristiques mécaniques

Le tableau ci-dessous présente les caractéristiques mécaniques de *P. merkusii*.

Origine	H (%)	Masse volumique (kg/m <sup>3</sup> )	F <sub>12</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	E <sub>L</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	C <sub>12</sub> (N/mm <sup>2</sup> )		Cis (N/mm <sup>2</sup> )	Fend (N/mm)		Dureté Janka (N)	
					Pa	Pe		R	T	Pe	Pa
Indonésie	vert		53	10 290	26		6-7	39	38	2 450	2 705
	15		83	12 445	44		8-9	42	55	3 800	4 790
Malaisie	15,9	1 090	32	4 600	15		7	35	36	2 310	
	15	515	41	4 600	24		10	38	46	3 200	

H : humidité F<sub>12</sub> : contrainte de rupture en flexion statique E<sub>L</sub> : module d'Young C<sub>12</sub> : contrainte de rupture en compression Cis : contrainte de rupture en cisaillement Fend : résistance au fendage  
Pa: parallèle au fil Pe: perpendiculaire au fil R: Radial T: Tangentiel  
Dureté Janka ≈ Dureté Monnin x 300

## C. CARACTERISTIQUES DE MISE EN OEUVRE

Le bois vert est généralement facile à travailler à la main ou à la machine, bien que la présence de résine puisse causer des difficultés. Le bois sec à l'air n'est pas difficile à raboter et donne souvent une surface pelucheuse.

Le séchage à l'air n'occasionne pas de difficultés sérieuses, à condition de débiter les bois peu après l'abattage et de les protéger de la pluie durant le séchage. Le séchage artificiel ne pose pas de problème, mais la résine et les taches colorées peuvent nuire à l'aspect du bois. Le séchage à haute température (115°C) prend environ 24 heures pour des planches de 2,5 cm d'épaisseur et 48 heures pour des planches de 5 cm d'épaisseur. Il ne se produit pas de défauts sérieux. En Indonésie, on recommande une température de séchage variant de 54° à 82°C, et une humidité relative correspondante variant de 76% à 30%.

En règle générale, le clouage, le rainurage-bouvetage, le collage, le vernissage et la mise en teinte se font sans problème.



## D. UTILISATIONS

*P. merkusii* est un bois pour emplois courants. Il peut être utilisé pour le bâtiment, les parquets et la construction navale, étant moyennement dur et durable. Les bois ronds sont utilisés pour les poteaux de lignes téléphoniques. Il fournit une matière première idéale pour la pâte à longues fibres. On en récolte une oléorésine de bonne qualité, souvent en plantations. L'essence est également utilisée avec d'assez bons résultats pour éliminer par son ombrage l'*alang-alang* (*Imperata cylindrica*).

*P. merkusii* est une essence de reboisement intéressante en raison de sa croissance rapide et de son aptitude à prospérer sur des sols relativement pauvres en altitude. Ce n'est toutefois pas un bois de haute qualité, et la présence de résine est un problème lors de la transformation en produits de forte valeur ajoutée tels que meubles et moulures. Les recherches pourraient s'orienter vers l'obtention de bois de meilleure qualité en plantation, et vers des techniques d'usinage et de finissage propres à atténuer les difficultés dues à la résine.

## BIBLIOGRAPHIE

1. COOLING E.N.G., 1968. *Pinus merkusii*-Fast Growing Timber Trees of the Lowland Tropics, No 4. Commonwealth Forestry Institute, Oxford. 169 pp.
2. GRANHOF J.J., 1978. Review of *Pinus merkusii* Jungh et de Vriese. In: Nickles, D.G, Burley, J. & Barnes, R.D. (Editors): Progress and Problems of Genetic Improvement of Tropical Forest Trees. Proceedings of a Joint Workshop. IUFRO Working Parties S202- 08 and S203-01, Brisbane. 2 volumes. Commonwealth Forestry Institute, Oxford. pp. 714 - 721.
3. GREATHOUSE T.E., 1973. Pilot Plantations for Quick-Growing Industrial Tree Species, Malaysia. Tree Improvement in Malaysian Conifer Plantations. FAO Report No FO: SF/IMAL 12, Technical Report 8. 45 pp.
4. HOWCROFT N.H.S., 1978. Progress in Preliminary Tree Improvement and Seed Production Programme with *Pinus merkusii* Jungh et de Vriess in Papua New Guinea. In: Nikles, D.G., Burley, J. & Barnes, R.D. (Editors): Progress and Problems of Genetic Improvement of Tropical Forest Trees. Proceedings at a Joint Workshop, IUFRO Working Parties S202- 08 and S203 -01, Brisbane. 2 volumes. Commonwealth Forestry Institute, Oxford. pp. 699-706.
5. REYES L.J., 1938. Philippine Woods. Technical Bulletin No 7. Commonwealth of the Philippines, Department of Agriculture and Commerce. Bureau of Printing, Manila. 536 pp. + 88 plates.
6. THO Y.P., 1975. The Termite Problem in Plantation Forestry in Peninsular Malaysia. Malaysian Forester 37: 278 - 283.



## ***Pinus patula***

### **A. DONNEES GENERALES**

**Famille botanique :** *Pinacées*

#### **Noms vernaculaires**

Pino, Ocote (Mexique), Patula pine, Kesika, Pin patula

#### **Répartition géographique**

L'aire naturelle de répartition de *P. patula* est restreinte et se limite aux régions tempérées chaudes de l'est du Mexique, de Tamaulipas à Oaxaca, et aux états de Queretata, Mexico, Hidalgo et Vera Cruz. *P. patula* se rencontre principalement entre 1800 m et 2800 m d'altitude, et entre 19 et 21° de latitude nord. Cette espèce a été introduite dans de nombreux pays d'Afrique, notamment Angola, au Kenya, en Tanzanie et au Burundi. En Afrique du Sud, il a été planté sur des centaines de milliers d'hectares à des altitudes moyennes (environ 750 m), et à Madagascar, on le rencontre entre 1000 m et 2000 m sur les versants humides de l'est du pays. *P. patula* a aussi été planté en Nouvelle-Zélande, en Australie, en Inde, au Brésil, en Argentine et en Océanie.

#### **Description de l'arbre et caractéristiques de croissance**

Les arbres peuvent atteindre 40 m de haut avec des diamètres (à 1,3 m) supérieurs à 1 m. Les fûts sont droits et cylindriques, dépourvus de branches sur environ 15 m. Le houppier est plus ou moins circulaire, avec des branches clairsemées horizontales mais parfois tombantes.

Dans son aire naturelle de répartition, *P. patula* se rencontre dans les zones humides (précipitations supérieures à 1500 mm), principalement au fond de vallées fertiles à sols alluviaux ou argilo-siliceux bien drainés. Bien qu'il ne s'accommode pas de sols peu épais et caillouteux, on peut le trouver dans des zones plus ou moins fertiles. Il ne résiste ni à la neige, ni aux gelées, ni à la sécheresse ; il est très sensible aux incendies de forêt ainsi qu'aux vents violents qui cassent fréquemment la partie supérieure des houppiers.

#### **Plantations**

Elles sont constituées à partir de jeunes plants issus de graines, produits en pépinières. Une association mycorhizienne favorise la croissance et améliore la reprise des jeunes plants qui sont repiqués lorsqu'ils sont âgés de 12 à 15 mois et mesurent entre 20 et 30 cm de haut.

Un écartement de plantation de 2,5 m x 2,5 m ou 2,7 m x 2,7 m est généralement conseillé afin que la densité finale après 2 à 3 éclaircies soit comprise entre 300 et 600 tiges, éventuellement plus si les sols sont peu fertiles.

La première éclaircie est pratiquée entre 5 et 10 ans, la seconde 6 à 7 ans plus tard. Il est aussi conseillé d'élaguer les arbres 2 ou 3 fois pour produire du bois d'œuvre de qualité satisfaisante. Les deux premiers élagages sont réalisés simultanément aux deux premières éclaircies.

La productivité peut atteindre 25 m³/ha/an si les conditions de croissance sont favorables (sols fertiles et alimentation en eau suffisante). La croissance des arbres est très rapide jusqu'à 20 ans, puis se ralentit au delà.

Les arbres sur pied sont fréquemment attaqués par *Euproctis terminalis*, *Pachypasa capensis* et *Nudaurelia cytherea* (insectes), ainsi que par *Diplodia pinea*, *Armillaria* (champignons).



## B. CARACTERISTIQUES DU BOIS

### Description

L'aubier n'est pas très distinct du duramen de couleur blanc-crème. Le bois de *P. patula* est un des plus clairs parmi les différentes espèces de Pin. Les accroissements sont visibles. Le bois est peu résineux ; son odeur est peu marquée ; son grain est fin et son fil est généralement droit.

En plantation, le bois présente souvent de gros noeuds qui réduisent sa valeur marchande et limitent ses possibilités d'utilisation sous forme de bois d'oeuvre.

### Caractéristiques physiques et mécaniques

Dans le tableau ci-dessous sont présentées les valeurs moyennes de caractéristiques déterminées sur des bois à 12% d'humidité (les valeurs minimum et maximum correspondantes sont données entre parenthèses).

Origine	H (%)	Masse volumique (kg/m³)	F <sub>12</sub> (N/mm²)	E <sub>L</sub> (N/mm²)	C <sub>12</sub> (N/mm²)		Cis (N/mm²)	Fend (N/mm)		Dureté Monnin
					Pa	Pe		R	T	
Burundi	12	520 (500-540)	76 (67-84)	9600 (9000-10300)	43 (41-47)		5,4 (4,0-6,9)			2,3 (2,1-2,6)
Toutes origines (dont Madagascar)	12	490 (440-540)	77 (59-98)	9100 (7500-11300)	39 (27-47)		5,3 (3,6-6,9)			2,1 (1,7-3,1)

H% : humidité    F<sub>12</sub> : contrainte de rupture en flexion statique    E<sub>L</sub> : module d'Young    C<sub>12</sub> : contrainte de rupture en compression    Cis : contrainte de rupture en cisaillement    Fend : résistance au fendage  
Pa: parallèle au fil    Pe: perpendiculaire au fil    R: Radial    T: Tangentiel  
Dureté Janka ≈ Dureté Monnin x 300

## C. CARACTERISTIQUES DE MISE EN OEUVRE

### Durabilité et imprégnabilité

Le bois de *Pinus patula* est très sensible au bleuissement et peu résistant aux champignons et aux termites. Cependant, il est facilement imprégnable ce qui permet de le protéger contre les attaques d'insectes et autres agents biologiques, notamment lorsqu'il est utilisé en ambiance très humide. Il peut être traité efficacement par trempage ou en autoclave, par vide et pression.

### Sciage, déroulage et usinage

Le bois de *P. patula* est peu désaffûtant. Pour le sciage, l'utilisation de lames à dentures stellées n'est pas nécessaire. Bien qu'habituellement, l'utilisation d'outils ordinaires soit considérée comme suffisante pour les opérations d'usinage, un arrachement des fibres peut se produire au niveau des noeuds, notamment au mortaisage ou au tournage.

### Séchage

Comme pour de nombreuses espèces de plantation, le comportement du bois au séchage est très variable, en relation avec l'âge des arbres et la présence de bois de réaction. Les arbres les plus âgés (plus de 30-40 ans) sont réputés pour la qualité de leur bois qui se sèche rapidement, sans développement de fentes ni de déformations importantes. Les bois doivent être séchés très rapidement après avoir été sciés, afin de limiter les risques de bleuissement.



### Assemblage et finition

Les opérations de clouage, vissage, collage et finition ne posent pas de problème particulier. Contrairement au bois de *P. kesiya*, le bois de *P. patula* est peu résineux.

### D. UTILISATIONS

Le bois de *P. patula* est plutôt léger. Ses propriétés mécaniques sont plus faibles que celles de beaucoup de résineux tempérés, voisines de celles de *P. kesiya*. Il est utilisé en construction, pour la fabrication de bardage, de charpentes légères, de produits lamellés-collés, de menuiserie intérieure et extérieure, de panneaux décoratifs, de moulures, de parquets, de meubles légers ou de pièces de meubles, d'emballages variés ; il convient aussi pour la fabrication de contreplaqués.

Sa faible résistance aux champignons et sa tendance au bleuissement limitent ses possibilités d'utilisation en zone tropicale, bien que sa bonne imprégnabilité lui permettent d'être employé en milieu extérieur. Il pourrait être davantage utilisé pour les poteaux électriques ou les poteaux téléphoniques. Sous forme de bois rond, *P. patula* peut être utilisé pour la construction de hangars, d'abris, de barrières, de clôtures, d'appontements, ainsi qu'en charpente et ossature pour les habitations.

*P. patula* est utilisé à grande échelle pour la production de pâte à papier, notamment en Afrique du Sud. Une petite quantité de sciages déclassés est exportée pour la caisserie ou la fabrication de palettes. Ces bois proviennent souvent de produits d'éclaircie. *P. patula* ne donne pas un bon bois de feu et ne permet pas de produire un charbon de bonne qualité ; cependant, par nécessité, il est largement utilisé à cet effet dans les zones de production.

Le fait que le bois de *P. patula* soit très nouveau constitue sans doute un des principaux handicaps qui limitent son utilisation pour la fabrication de produits à forte valeur ajoutée. L'adoption de méthodes sylvicoles mieux adaptées contribuerait à améliorer la qualité de ces bois de plantation.

### REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. CHUDNOFF M., 1984. Tropical Timbers of the World. Agriculture Handbook n° 607. Forest Service, United States Department of Agriculture, Madison. 464 p.
2. CIRAD-Forêt. Base de données sur les caractéristiques technologiques des bois tropicaux.
3. CIRAD-Forêt, 1959. *Pinus patula*: caractéristiques sylvicoles et méthodes de plantation. Bois et Forêts des Tropiques n° 67. 37 - 42. Nogent sur Marne.
4. CIRAD-Forêt, *Pinus patula*. Information technique n° 314. Nogent/Marne.
5. CIRAD-Forêt, CTBA. 1982. Guide pour le choix des essences déroulables pour la fabrication du contreplaqué. 226 p.
6. BERNI, BOLZA & CHRISTENSEN, 1979. South American Timbers: The characteristics, properties and uses of 190 species. CSIRO. Melbourne.
7. DEBAZAC E. F., 1991. Manuel des conifères. 2<sup>ème</sup> Edition. Ecole Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts. 172 p.
8. DEON G., 1990. Manual for the Preservation of Wood in the Tropics. CTFT. 112 p.



9. ELBEZ G. & BENTZ D., 1991. Le collage du bois. CTBA. 216 p.
10. GUENEAU P., 1970. Caractéristiques et utilisations des Pins de Madagascar (*Pinus patula* et *Pinus khaysa*). Bois et Forêts des Tropiques, n° 133, pp 39-51. CIRAD-Forêt (CTFT), Nogent/Marne.
11. WORMALD T. J., 1975. *Pinus patula*. Department of Forestry. Commonwealth Forest Institute. University of Oxford Tropical Forestry papers n° 7.



## ***Terminalia superba***

### **A. DONNEES GENERALES**

**Famille botanique :** *Combrétacées*

#### **Noms vernaculaires**

Kojagéi, Bassi (Sierra Leone) ; Kojagéi, Bayi (Libéria) ; Bofo, Bassi, Konko, Mamno, Eakai, Oualsa, Gbéi, Gubé (Guinée) ; Kobaté, Sawain, Sahain, Gbehi, Gheli, Solo, Saro, Fra, **Fraké**, Fram, Pai, Fe (Côte d'Ivoire) ; Fram, Ofra, Frameri, Kegblalé, Afo-Donko, Afraa (Ghana) ; Azi, Hire (Bénin) ; Afara, Afa, Afia-Eto, Edo-Osha, Umwonron, Eghoin-Eghoen, Egoïn-Nofua, Egaen, Aghoin, Egonni (Nigéria) ; Akom, Bakom, Bokom, Ende, Djombe, Mukonia-Weiss (Cameroun) ; N'Ganga, Kanga, Mboroula (République Centrafricaine) ; Akom (Guinée Equatoriale) ; Akom, Moulimba (Gabon) ; **Limba**, Moulimba, Moulimi, Moukwone (Congo) ; Mulimba (Angola) ; Limba, Mulimba, NDimba, NGotto (Zaire).

#### **Répartition géographique**

L'aire naturelle de répartition de *T. superba* couvre une vaste partie de l'Afrique, depuis la Sierra Leone et la Guinée jusqu'aux forêts denses de l'Angola caractérisées par un saison sèche bien marquée de 4 mois. Cette vaste aire naturelle de répartition est interrompue au niveau du bassin gabonais dans lequel l'essence largement prépondérante est l'Okoumé, notamment dans les zones de savannes et de marécages

Du fait de sa grande plasticité et de son bois apprécié pour ses qualités, *T. superba* a été introduit en plantation dans de nombreux pays. En particulier, il a été planté dans des pays d'Afrique situés en dehors de son aire naturelle de (Burundi, Tanzanie, Ouganda, Zaïre, Zimbabwe), mais aussi aux Antilles (Trinidad), en Amérique du Sud (Surinam, Guyane Française), dans le sud de l'Australie, au Sabah, à Taiwan, aux Fidji, à Hawaï, et aux îles Solomon. Par ailleurs, il est prévu de l'introduire Indonésie, aux Philippines, au Honduras et en Colombia.

#### **Description de l'arbre et caractéristiques de croissance**

Les arbres adultes atteignent couramment 30 m de hauteur, mais peuvent parfois dépasser 50 m. Ils sont très élancés, avec un fût régulier très droit. Le tronc présente des contreforts importants qui forment plusieurs ailes triangulaires relativement minces, qui peuvent s'élever jusqu'à 2 à 3 m au dessus du sol, et qui s'étendent à plusieurs mètres de la base. Au dessus des contreforts, le diamètre varie généralement entre 0,60 et 1,20 m, sans dépasser 1,50 m. pour des arbres adultes, le fût peut avoir 20 à 30 m sans branches. Le houppier est de dimensions assez modestes, à base presque plane, à cime hémisphérique devenant aplatie chez les arbres âgés.

Le climat préférentiel de *T. superba* est celui correspondant à la forêt dense semi-décidue avec une saison sèche inférieure à 4 mois. Il se rencontre aussi de plus en plus souvent dans les zones à climat humide avec une saison sèche inférieure à 2 mois où il s'est introduit par avalaison à la faveur de défrichements.

Dans les zones où cette espèce est installée, les températures moyennes mensuelles sont comprises entre 20°C et 28°C ; les précipitations annuelles sont supérieures à 1500 mm, et la saison sèche dure moins de 4 mois. Il se rencontre depuis le niveau de la mer jusqu'à des altitudes d'environ 1000 m, mais le plus souvent entre 150 et 600 m. Il est tolérant à un assez grand éventail de sols. Cependant, il est particulièrement bien venant dans les zones forestières récemment.

#### **Plantations**

La régénération artificielle de *T. superba* peut se faire à partir de plants issus de graines ou par bouturage. Les jeunes plants sont mis en place à 4 à 6 mois, ou beaucoup plus tard, à 18 mois, suivant les techniques utilisées en pépinière. Les techniques de plantation sont variables d'un pays à l'autre ; si des éclaircies sont prévues



(deux en général), l'écartement initial est variable, à partir de 6 x 6 m, mais les plants sont souvent mis en place à un écartement définitif de 12 x 12 m ce qui évite d'avoir recours aux éclaircies.

Dans des conditions de croissance normales, l'accroissement annuel moyen varie en général de 8 à 13 m³/ha vers 25 ans; La production finale varie, en moyenne, entre 170 et 220 m³/ha.

En Afrique, les plantations doivent être contre les attaques de *Doliopygus spp.* (platypes), *Lasiocampides*, *Lymantriides*, *Saturnides* (chenilles défoliatrices), *Zoonocerus variegatus* (acridiens), and *Eulophonotus sp.* (cossides).

## B. CARACTERISTIQUES DU BOIS

### Description

L'aubier n'est pas distinct du duramen qui est blanc-crème à beige, et devient plus sombre après exposition à la lumière, en prenant parfois une nuance dorée. Cependant, certaines provenances ont un coeur gris-noirâtre tandis que d'autres ont un coeur jaunâtre entrecoupé de larges veines noirâtres.

Sur un plan commercial, on distingue donc trois types de bois :

- Le Limba clair,
- Le Limba noir, gris olive à brun noir,
- Le Limba bariolé, mélange de veines claires et de veines foncées.

Les cernes d'accroissement sont souvent visibles. Le fil du bois est généralement droit, mais parfois légèrement ondulé avec présence de contrefil. Le grain est moyen. Les vaisseaux marrons ressortent sur la couleur claire du bois. Les grumes de gros diamètre peuvent présenter du « coeur mou ».

### Caractéristiques physiques et mécaniques

Dans le tableau ci-dessous sont présentées les valeurs moyennes de caractéristiques déterminées sur des bois à 12% d'humidité (les valeurs minimum et maximum correspondantes sont données entre parenthèses).

Origine	H (%)	Masse volumique (kg/m³)	F12 (N/mm²)	EL (N/mm²)	C12 (N/mm²)		Cis (N/mm²)	Fend (N/mm)		Dureté Monnin
					Pa	Pe		R	T	
Côte d'Ivoire	12	580 (460-690)	94 (66-116)	10300 (4700-12900)	50 (39-60)		5,6 (2,5-7,8)			2,7 (1,4-4,0)
Cameroun	12	550 (400-650)	94 (48-131)	10000 (5500-13400)	47 (34-56)		6,4 (3,4-10)			2,6 (1,1-4,3)
Congo	12	560 (370-730)	87 (48-131)	9200 (4700-12900)	46 (28-60)		6 (3,2-8,5)			2,2 (0,8-4,2)

H : humidité F<sub>12</sub> : contrainte de rupture en flexion statique E<sub>L</sub> : module d'Young C12 : contrainte de rupture en compression Cis : contrainte de rupture en cisaillement Fend : résistance au fendage

R: Radial T: Tangentiel

Dureté Janka ≈ Dureté Monnin x 300

Comme chez de nombreuses espèces de plantation, les propriétés technologiques du bois de *T. superba* sont très variables, en relation avec les pratiques sylvicoles, les caractéristiques édaphiques, la fertilité des stations, et l'âge des arbres. Ainsi, la densité du bois juvénile d'arbres âgés de 10 à 15 ans en Côte d'Ivoire peut être inférieure de 35 % à celle du bois adulte, à retraits de séchage équivalents. Par ailleurs, des essais comparatifs n'ont cependant mis en évidence aucun effet « provenance » sur les caractéristiques technologiques de Limba d'Afrique de l'ouest d'une part, et du Congo et du Zaïre d'autre part ; exceptés la couleur et le retrait volumique



total, les autres propriétés étaient comparables pour ces 2 provenances, ceci contrairement à ce qui est avancé par certains négociants en bois.

## C. CARACTERISTIQUES DE MISE EN OEUVRE

### Durabilité et imprégnabilité

*T. superba* n'est résistant ni aux champignons, ni aux termites, ni aux insectes de bois vert ou sec. Il est sensible au bleuissement ; de ce fait, les bois doivent être traités juste après sciage. Les bois sont facilement imprégnables, notamment avec des produits hydrosolubles contre les insectes (protection indispensable contre le *Lyctus* en particulier). Les bois de couleur claire s'imprègnent plus facilement que les bois foncés. Un traitement en autoclave est fortement recommandé en cas d'humidification temporaire ou permanente des bois.

Selon la norme européenne EN 350 - 2 (1993), *T. superba* est considéré comme :

- faiblement résistant aux champignons (groupe 4),
- sensible aux attaques des termites,
- moyennement imprégnable (duramen classé dans le groupe 2).

### Sciage, déroulage, usinage

Le bois de *T. superba* n'est pas particulièrement désaffûtant. Des outils ordinaires peuvent être utilisés pour les opérations d'usinage. Cependant, la transformation des bois issus de plantation conduit à des rendements (grume/sciage et sciage/produit fini) très inférieurs à ceux obtenus pour des bois de forêt naturelle. Ces faibles rendements sont dus au faible diamètre des grumes et aux défauts occasionnés par la libération des contraintes de croissance.

Des techniques de sciage adaptées permettent de limiter les problèmes dus à la libération des contraintes internes : sciage symétrique, sciage par retournement ... (cf. la fiche *Eucalyptus PF1*). Préalablement aux opérations de déroulage et de tranchage, il est conseillé d'étuver les bois à 70°C.

### Séchage

Le séchage des Limba de forêt naturelle ne pose pas de problème particulier ; en revanche, celui des Limba de plantation est délicat à mener en liaison avec la variabilité importante des propriétés du bois. Pour limiter les risques d'apparition de défauts de séchage, il est conseillé de respecter certaines règles de base, en particulier :

- traitement des bois juste après sciage,
- séchage à l'air sous abri préalablement au séchage artificiel,
- application de produits anti-fentes aux extrémités des bois,
- phase de stabilisation après le séchage artificiel,
- empilement correct des bois,
- chargement des piles de bois pour éviter les déformations.

## D. UTILISATIONS

*T. superba* donne un bois plutôt tendre et léger, qui s'usine facilement. Une fois sec, il est moyennement stable et peu durable. De ce fait, un traitement de préservation est indispensable pour une valorisation efficace et satisfaisante sous forme de bois d'œuvre. Les bois doivent être traités contre les *Lyctus* et contre les champignons dès l'abattage et durant tout le cycle de transformation.

Si les grumes sont de qualité satisfaisante et si le bois est correctement traité par la suite, de nombreux emplois peuvent être envisagés pour cette essence. Comme précisé précédemment, le bois peut présenter une grande variété de nuances et de couleurs, mais par le biais d'une finition adaptée, il est possible de lui conférer un aspect homogène et régulier si cela est souhaité.

Le Limba peut être utilisé en aménagement intérieur, pour la fabrication de menuiseries intérieures, de portes, d'éléments de meubles, de chaises, de placards .... Il convient, en particulier, pour des finitions peintes ou



laquées (meublier de cuisine, meubles d'enfants). Il est aussi utilisé pour la fabrication de moulures et de cercueils.

Cette essence se déroule facilement et les placages peuvent être utilisés pour les âmes ou les faces de contreplaqué. Il est cependant nécessaire de tenir compte des variations d'aspect et de couleur des placages lors de l'agencement des plis pour les panneaux à vocation décorative. Le Limba est aussi employé pour la fabrication d'objets en contreplaqué moulé, de panneaux lattés, de panneaux de bois massif reconstitué, de panneaux de particules, de panneaux de fibres de moyenne densité (MDF), de produits lamellés-collés, sous d'un traitement de préservation.

Du fait de sa légèreté, il ne permet pas d'obtenir un charbon de bonne qualité, mais son utilisation en bois de feu est localement très importante pour les usages domestiques.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. CEN. 1993 Norme EN 350-1. Durabilité du bois et des matériaux dérivés du bois - Durabilité naturelle du bois massif - Partie 1 : Guide des principes d'essai et de classification de la durabilité naturelle du bois. Norme Européenne.
2. CHUDNOFF M., 1984. Tropical Timbers of the World. Agriculture Handbook n° 607. Forest Service, United States Department of Agriculture, Madison. 464 p.
3. CIRAD-Forêt : Base de données sur les caractéristiques technologiques des bois tropicaux.
4. CIRAD-Forêt : Recueil de fiches technologiques et commerciales sur les bois tropicaux.
5. CIRAD-Forêt, 1983. Présentation graphique des caractères technologiques des principaux bois tropicaux. Tome 1: Bois d'Afrique. 176 p.
6. CIRAD-Forêt, ATIBT. 1986. Tropical Timber Atlas of Africa. CTFT, 208 p.
7. CIRAD-Forêt, CTBA. 1982. Guide pour le choix des essences déroulables pour la fabrication du contreplaqué. 226 p.
8. CIRAD-Forêt, CTBA. 1985. Guide pour le choix des bois en menuiserie. 162 p.
9. DEON G., 1990. Manual for the Preservation of Wood in the Tropics. CTFT, 112 p.
10. DUPUY B. & MILLE G., 1991. Les plantations à vocation de bois d'oeuvre en Afrique intertropicale humide. Etude FAO Forêts n° 98, Rome, 225 p.
11. Forest Products Research Laboratory. 1972. Princes Risborough Laboratory: Handbook of Hardwoods (HMSO), 243 p.
12. GROULEZ J. & WOOD P.J., 1984. *Terminalia superba*. Monograph, CTFT-CFI, 85 p.



13. HASLET A.N., 1988. Handling and grade-sawing plantation-grown Eucalypts. Forest Research Institute Bulletin n° 142, New Zealand, 72 pp.
14. QUEMIN C., 1990. Essai comparatif de provenances-descendances de *Terminalia superba*. Rapport d'étude, CTFT Côte d'Ivoire, Division Amélioration Génétique. 120 p.



## ***Triplochiton scleroxylon***

### **A. DONNEES GENERALES**

**Famille botanique :** *Sterculiacées*

#### **Noms vernaculaires**

Obeche (Royaume Uni, Belgique, Nigéria) ; Samba (France, Côte d'Ivoire) ; Abachi (Allemagne, Pays Bas) ; Wawa (Ghana) ; Arere (Nigéria) ; Ayus, Ayous (Guinée Equatoriale) ; M'Bado (République Centrafricaine) ; Obeke, Obechi, Ayusbado (Bénin).

#### **Distribution**

L'aire naturelle de répartition de *T. scleroxylon* couvre une vaste zone, depuis le Sierra Leone et la Côte d'Ivoire jusqu'aux forêts denses du Cameroun, de la RCA, du nord du Gabon, du Congo et du Zaïre.

Il a été introduit avec plus ou moins de succès dans plusieurs pays de l'Afrique de l'Ouest et de l'Afrique Centrale, notamment le Nigéria et le Ghana, mais aussi en dehors de son aire naturelle de répartition, en Côte d'Ivoire, au Congo et au Zaïre.

#### **Description de l'arbre et caractéristiques de croissance**

Les arbres peuvent atteindre 60 m de haut, avec un fût sans branche sur plus de 25 m, et des diamètres dépassant 1,50 m. Il arrive souvent que les troncs ne soient ni droits, ni bien conformés, avec des contreforts cannelés qui montent jusqu'à 6 m au-dessus du sol. Les arbres présentent souvent de la fibre torse.

Le climat préférentiel de *T. scleroxylon* est celui correspondant à la forêt dense humide semi-décidue avec une saison sèche de 3 à 5 mois, des précipitations annuelles moyennes comprises entre 1100 et 1800 mm, et une température moyenne comprise entre 21°C et 28°C. C'est une espèce héliophile qui tend à coloniser à la faveur des défrichements la zone de transition située entre la forêt dense humide sempervirente et la forêt humide semi-décidue. On la rencontre aussi fréquemment dans les anciennes forêts secondaires.

*T. scleroxylon* se rencontre depuis le niveau de la mer jusqu'à environ 1200 m, mais le plus souvent entre 200 et 800 m. Il est tolérant à un assez grand éventail de sols, mais préfère les sols fertiles.

#### **Plantations**

L'accroissement annuel moyen est élevé et varie entre 1 cm et 3 cm selon l'âge des arbres, les conditions édaphiques, et la qualité de l'entretien des plantations.

Sa croissance est optimum lorsqu'il est planté en plein découvert. Généralement, une densité de 700 tiges à l'hectare est conseillée à la plantation. Deux principales techniques de plantation sont habituellement utilisées :

- Méthode du plein découvert : les âges d'exploitabilité sont compris entre 18 et 40 ans, l'accroissement moyen en volume est compris 5 et 18 m<sup>3</sup>/ha/an, et la récolte finale est en moyenne comprise entre 150 et 220 m<sup>3</sup>/ha (volume fût).
- Méthode du sous-bois : les âges d'exploitabilité sont compris entre 20 et 30, l'accroissement moyen en volume est compris 5 et 11 m<sup>3</sup>/ha/an (maximum de 15 m<sup>3</sup>/ha) selon la densité de plantation et la fertilité du sol.



## B. CARACTERISTIQUES DU BOIS

### Description

Généralement, le duramen est initialement blanchâtre mais fonce à la lumière. L'aubier n'est pas différencié, mais peut se décolorer après abattage. Le grain est grossier ; le fil est droit avec parfois un léger contrefil.

Certaines grumes ont le duramen gris qui vire vers le marron rouge après abattage. D'autres ont le duramen marron avec des veines grisâtres. Parfois le coeur est noir.

### Caractéristiques physiques et mécaniques

Dans le tableau ci-dessous sont présentées les valeurs moyennes de caractéristiques déterminées sur des bois à 12% d'humidité (les valeurs minimum et maximum correspondantes sont données entre parenthèses).

Origine	H (%)	Masse volumique (kg/m³)	F <sub>12</sub> (N/mm²)	E <sub>L</sub> (N/mm²)	C <sub>12</sub> (N/mm²)		Cis (N/mm²)	Fend (N/mm)		Dureté Monnin
					Pa	Pe		R	T	
Côte d'Ivoire	12	400 (320-490)	59 (46-88)	6200 (4800-9200)	30 (24-38)		4,3 (2,9-5,2)			1,2 (0,8-2,3)
RCA	12	350 (320-390)	55 (49-58)	5300 (4500-6500)	28 (24-32)		2,7 (2,2-3,7)			1 (0,8-1,1)

H : humidité F<sub>12</sub> : contrainte de rupture en flexion statique E<sub>L</sub> : module d'Young C<sub>12</sub> : contrainte de rupture en compression Cis : contrainte de rupture en cisaillement Fend : résistance au fendage

R: Radial T: Tangentiel

Dureté Janka ≈ Dureté Monnin x 300

## C. CARACTERISTIQUES DE MISE EN OEUVRE

### Durabilité et imprégnabilité

Les grumes sont souvent attaquées par *Trachyostus ghanaensis* (scolyte) et par *Eulophonotus sp.* (cosside), et doivent être, de ce fait, traitées en forêt juste après l'abattage, à cause de leur faible durabilité. Ils présentent souvent différents types de défauts : piqûres noires, coeur mou, roulures, mulotage.

Après sciage, il est souvent difficile de distinguer l'aubier du duramen. De ce fait, il est préférable de considérer que tout le bois est attaqué par les champignons et doit être traité. *T. scleroxylon* est autant attaqué par les champignons que par les termites, ainsi que par l'ensemble des agents biologiques de détérioration. Les bois doivent être traités juste après le sciage, et de nouveau à chaque étape de la transformation.

*T. scleroxylon* n'est pas facilement imprégnable ; de ce fait, si le traitement se fait simplement par trempage, il est nécessaire que la durée de cette opération soit telle que le produit de préservation pénètre suffisamment dans le bois. Si cela est possible, un traitement en autoclave est préférable. Cependant, malgré ce traitement, il n'est pas conseillé d'utiliser le bois de *T. scleroxylon* lorsqu'il risque d'être réhumidifié de façon temporaire ou permanente.

Selon la norme européenne EN 350 - 2 (1993), *T. scleroxylon* est considéré comme :

- non résistant aux champignons (groupe 5),
- sensible aux attaques des termites,
- faiblement imprégnable (duramen classé dans le groupe 3).



### Sciage, déroulage et finition

Le bois de *T. scleroxylon* n'est pas particulièrement désaffûtant. Des lames à dentures stellitées sont conseillées pour le sciage, mais pour les opérations d'usinage ultérieures, des outils ordinaires sont généralement suffisants.

Pour le déroulage, la présence de contrefil nécessite que les couteaux soient parfaitement affûtés et que l'angle de coupe soit réduit. Généralement, un étuvage n'est pas nécessaire. Les placages doivent être manipulés avec précautions car ils sont peu résistants en traction.

### Séchage

Le séchage est rapide avec un faible risque de déformations et de fentes. Cependant, la présence de bois de tension, notamment chez les bois de plantation, peut induire des retraits élevés qui sont à l'origine de défauts de séchage. De ce fait, les techniques conseillées pour *Terminalia superba* s'appliquent aussi à *T. scleroxylon*.

### Assemblage et finition

Le clouage et le vissage sont faciles. Cependant, le bois est relativement tendre, d'où une mauvaise tenue des clous et des vis, en particulier lorsque les bois sont soumis à des contraintes mécaniques importantes.

## D. UTILISATIONS

Le bois de *T. scleroxylon* est léger et facile à usiner, mais plutôt tendre. En Europe, il est souvent utilisé comme succédané du Peuplier, car il a des caractéristiques très voisines, pour la fabrication de meubles légers et de panneaux.

Il convient aussi en aménagement comme panneaux décoratifs, ainsi que pour la fabrication de menuiseries intérieures, de cadres de fenêtres, de portes, de moulures, de lambris, d'éléments de meubles (cadres et parties intérieures). Il fournit des contreplaqués de bonne qualité (âme ou plis extérieurs), ainsi que des panneaux lattés et des panneaux de particules.

*T. scleroxylon* est aussi utilisé pour la fabrication d'emballages variés, caisses, récipients à vocation alimentaire, boîtes à fromage, ainsi que des objets divers (talons de chaussures, sabots, moules à fonderie, jouets, allumettes, peignes à salade ...).

Dans les régions de production, il est utilisé pour fabriquer des pirogues, des mortiers, des tam-tams, des masques et autres objets sculptés.

*T. scleroxylon* n'est pas utilisé pour la pâte à papier bien que ses propriétés papetières soient satisfaisantes. Il est trop léger pour donner un charbon de bonne qualité, mais son utilisation en bois de feu est localement très importante pour les usages domestiques.

## REFERENCES

1. CEN, 1993. Norme EN 350-1. Durabilité du bois et des matériaux dérivés du bois - Durabilité naturelle du bois massif - Partie 1 : Guide des principes d'essai et de classification de la durabilité naturelle du bois. Norme Européenne.
2. CHUDNOFF M., 1984. Tropical Timbers of the World. Agriculture Handbook n° 607. Forest Service, United States Department of Agriculture, Madison. 464 p.



3. CIRAD-Forêt : Base de données sur les caractéristiques technologiques des bois tropicaux.
4. CIRAD-Forêt : Recueil de fiches technologiques et commerciales sur les bois tropicaux.
5. CIRAD-Forêt, 1983. Présentation graphique des caractères technologiques des principaux bois tropicaux. Tome 1 : Bois d'Afrique. 176 p.
6. CIRAD-Forêt, ATIBT. 1986. Tropical Timber Atlas of Africa. CTFT, 208 p.
7. CIRAD-Forêt, CTBA, 1982. Guide pour le choix des essences déroulables pour la fabrication du contreplaqué. 226 p.
8. CIRAD-Forêt, CTBA. 1985. Guide pour le choix des bois en menuiserie. 162 p.
9. DEON G., 1990. Manual for the Preservation of Wood in the Tropics. CTFT, 112 p.
10. DUPUY B. & MILLE G., 1991. Les plantations à vocation de bois d'oeuvre en Afrique intertropicale humide. Etude FAO Forêts n° 98, Rome, 225 p.
11. Forest Products Research Laboratory (FPRL). 1972. Princes Risborough Laboratory. Handbook of Hardwoods (HMSO). 243 p.



## 2.2 RESUME

Lorsqu'on considère les données présentées ci-dessus pour diverses essences à croissance rapide, il peut être utile d'examiner certains des critères fondamentaux intéressant la transformation des bois, à savoir les paramètres spécifiques tels que densité, retrait, résistance mécanique, etc.

Le retrait et la résistance sont dans une large mesure fonction de la densité, laquelle est par conséquent une donnée fondamentale. La densité varie évidemment d'une essence à l'autre, mais en outre la densité du bois dans une grume est souvent différente de celle d'une autre grume, même provenant du même arbre, notamment dans le sens radial. Chez certaines essences, la densité est plus forte dans la partie extérieure de la grume, et diminue vers le centre. Chez d'autres essences c'est l'inverse, et l'on trouve une densité maximale au centre, diminuant vers l'extérieur. Chez d'autres essences encore, il n'y a pas de différence notable entre la partie extérieure et le coeur de la grume. Les industriels et les chercheurs doivent tester un nombre suffisant d'échantillons de bois par essence, et également les prélever sur différentes parties de la grume, afin de déterminer les variations de densité.

Un autre facteur important à considérer est constitué par les "contraintes de croissance". Autrefois, lorsque la plupart des bois employés provenaient de forêts naturelles, on n'accordait guère d'attention à ce facteur. C'est au contraire une question majeure à considérer lorsqu'on transforme des bois provenant de plantations d'essences à croissance rapide. En l'ignorant, on s'expose à des problèmes lors du sciage, notamment par le développement de déformation des débits ; ces défauts s'accroissent ensuite au séchage. Ces problèmes peuvent être sensiblement atténués si les industriels tiennent compte de la présence des contraintes de croissance et appliquent des méthodes appropriées pour y remédier.

Deux autres caractéristiques mentionnées dans la plupart des fiches techniques ci-dessus sont l'absorption d'eau et la durabilité. La première se mesure par le volume d'eau absorbée par unité de temps. Il importe d'évaluer la perméabilité du bois aux produits de préservation et aux colles. Les traitements de préservation sont fonction du type de champignons et d'insectes s'attaquant au bois, et souvent des types de teinture pouvant être appliqués. La durabilité est un facteur à prendre compte lorsqu'on envisage l'emploi de bois en extérieur.

Outre les caractéristiques du bois, le lecteur notera également les mentions concernant le rendement au sciage, le séchage artificiel, le collage et les finitions. Les caractéristiques intrinsèques du bois influent sur les résultats de chacune de ces différentes phases de la transformation.

Le rendement et l'aspect de la surface sont les facteurs les plus importants à considérer lors du sciage. Un bois de forte densité requiert une puissance plus grande qu'un bois de faible densité, mais ce dernier tend à devenir pelucheux. Certaines essences contiennent de la silice qui a un effet abrasif sur les dents de scie. Le choix de dents de scie de qualité appropriée est donc essentiel.

Le séchage artificiel est indispensable pour la valorisation des essences de plantation à croissance rapide. Etant donné les différentes caractéristiques de séchage, l'apparition de défauts et les risques de dégradation (y compris le collapse), les différentes essences requièrent des programmes et des techniques de séchage différents pour obtenir des résultats optimaux. Il importe par conséquent de continuer à déterminer les paramètres de séchage optimum (tables de séchage avec températures sèches et températures humides, humidité de stabilisation, temps de séchage ...) de façon à limiter les risques de problème durant cette opération primordiale.

Les caractéristiques de collage sont corrélées à la densité du bois, et sont généralement évaluées par la résistance des plans de collage cisaillement. Les substances extractibles contenues dans le bois causent souvent des difficultés avec certains types de colles. C'est pourquoi il importe de savoir à l'avance quel type de colle est compatible avec l'essence utilisée.

La qualité des finitions dépend aussi de la nature des substances extractibles contenues dans le bois. Celles-ci influent sur le temps de séchage et sur l'aspect final de la surface. Pour obtenir de bons résultats, il faut que les caractéristiques chimiques de la peinture et du bois soient compatibles.



Les utilisations des bois sont mentionnées sur les fiches techniques afin de donner une première indication sur les fabrications et les débouchés possibles. L'utilisation d'un bois sera conditionnée entre autres par son grain, ses propriétés mécaniques, sa stabilité dimensionnelle, sa durabilité, etc.

En règle générale, la plupart des essences à croissance rapide ont un bois de faible densité convenant pour les âmes de contreplaqué, les panneaux de fibres de moyenne densité ou les panneaux de particules. Dans certains cas toutefois, il est possible d'utiliser pour les placages de parement des bois peu denses dont l'aspect est décoratif.

Les essences fournissant un bois de moyenne densité offrent des possibilités plus vastes, telles que les sciages, les meubles, les éléments de menuiserie, les âmes ou les parements de contreplaqué. L'utilisation optimale d'un bois sera fonction de son grain, de sa couleur, de ses caractéristiques physiques et de son comportement à l'usinage.







### **PARTIE III - COMMERCIALISATION DES PRODUITS**







## **PARTIE III - COMMERCIALISATION DES PRODUITS**

### **3.0 INTRODUCTION**

La valorisation des bois d'essences tropicales de plantation à croissance rapide est une question importante pour de nombreux secteurs. Les industriels ont besoin de nouvelles sources de matière première ligneuse pour remplacer les bois de plus en plus rares et chers provenant des forêts naturelles. Les gouvernements voient dans une transformation locale plus poussée des bois un moyen d'encourager le reboisement et de créer ainsi des emplois et des revenus, et d'accroître la richesse nationale. Les défenseurs de l'environnement sont favorables à une production ligneuse par des reboisements afin de diminuer la pression sur les forêts naturelles.

De nombreuses études ont examiné les différents aspects de la question. Les chercheurs ont déjà identifié de nombreuses essences à croissance rapide présentant un intérêt commercial. Leurs caractéristiques physiques et mécaniques ont été analysées. De nouvelles méthodes de transformation ont été mises au point pour s'adapter à ces caractéristiques. En général, ces nouvelles méthodes s'appuient sur l'expérience acquise dans la transformation des bois provenant de forêts naturelles. D'autre part, de nouveaux marchés se sont ouverts pour des produits fabriqués à partir de bois de peuplements artificiels, en substitution ou en complément aux bois de forêts naturelles.

En résumé, des progrès importants ont été accomplis en matière d'utilisation accrue de produits dérivés de bois fournis par des reboisements. Il reste cependant beaucoup de travail à faire. Ainsi par exemple, la tendance générale est d'utiliser le bois d'essences à croissance rapide pour la fabrication à grande échelle de produits d'exportation tels que panneaux de fibres de moyenne densité et bois lamellés, ce qui constitue un apport très positif à la valorisation de ces bois, mais a d'autre part l'inconvénient d'exiger des investissements élevés, ce qui crée des limitations dans des pays tropicaux qui souffrent d'une pénurie chronique de capitaux. Il est nécessaire de développer en complément de petites et moyennes industries de transformation des bois, qui pourront viser initialement les marchés intérieurs et plus tard se diriger vers l'exportation lorsqu'elles auront acquis suffisamment d'expérience et de financement.

La recherche d'un équilibre entre industries de grande, moyenne et petite échelle s'applique aussi aux plantations forestières. Le reboisement n'est pas une chose nouvelle, mais il n'y a qu'un volume limité de capitaux disponibles qui s'investissent dans des plantations à grande échelle destinées à alimenter de grandes industries. Il faut davantage développer des méthodes de commercialisation, d'approvisionnement en matière première et de transformation pour des bois produits dans des plantations à petite et moyenne échelle. On pourra ainsi créer une motivation pour des investissements dans des reboisements et des installations industrielles qui démarreront à un niveau modeste et s'agrandiront par la suite. En outre, le développement d'un marché intérieur fort est un élément important pour une rentabilité durable. Dans la production en vue de l'exportation, il y a toujours une certaine proportion de rebuts et de surproduction que des marchés locaux bien développés doivent absorber. La demande intérieure constitue d'autre part une sécurité importante pour maintenir une trésorerie suffisante lorsque les marchés d'exportation sont défaillants.

Il faut parallèlement davantage d'information fiable sur la croissance et le rendement des peuplements artificiels. Il y a de grandes variations dans la qualité des stations, et en conséquence la productivité des reboisements est également très variable. De nombreuses estimations actuelles pèchent par excès d'optimisme. L'expérience relativement courte en matière d'essences de plantation à croissance rapide fournit rarement des éléments de comparaison suffisants entre qualités de stations pour permettre d'en apprécier l'effet sur les rendements futurs. Il est manifeste que des investissements industriels fondés sur des projections erronées de croissance et de rendement des peuplements peuvent conduire à un déséquilibre sérieux entre capacité de transformation et disponibilité de matière première. C'est une préoccupation majeure, étant donné le large écart entre les volumes de bois actuellement disponibles dans les reboisements et la demande croissante.



### 3.1 SITUATION ACTUELLE ET EVOLUTION

Des reboisements sont faits dans les tropiques avec des essences à croissance rapide, et ils se poursuivront. Nombre de ces plantations ont atteint l'âge d'exploitabilité, et d'autres en sont près. Parallèlement, on emploie de plus en plus des bois provenant de peuplements artificiels, qui se substituent aux bois de forêt naturelle. Plusieurs facteurs poussent dans ce sens :

- Une diminution rapide des disponibilités et de la qualité des bois de forêt naturelle, associée à une montée en flèche de leurs prix ;
- L'accroissement prévisible de la demande de produits ligneux dans les pays en développement, du fait de la croissance démographique et de la hausse du pouvoir d'achat ;
- Les préoccupations croissantes en matière d'environnement, dont le meilleur exemple est sans doute la pression dans les pays tempérés en faveur d'une interdiction d'exploiter les forêts denses tropicales ;
- Les répercussions de la réaction du public en matière d'environnement sur le marché des produits forestiers ;
- Le développement de techniques permettant de convertir des bois de basse qualité en produits de bois reconstitué pouvant se substituer aux sciages.

De nombreux exemples illustrent cette évolution. C'est ainsi que l'industrie japonaise du bâtiment avait autrefois l'habitude d'utiliser des bois de futaie tels que *Cryptomeria* et *Chamaecyparis* indigènes, tsuga de Californie et douglas importés d'Amérique du Nord, et diptérocarpacées tropicales. Depuis quelques années cependant, la hausse des coûts et la raréfaction de l'offre ont permis à des bois russes de basse qualité, autrefois seulement utilisés comme chevrons, de pénétrer le marché japonais des bois de charpente. De même, des bois de Nouvelle-Zélande qui étaient autrefois utilisés pour les emballages ont pénétré le marché des bois de l'ameublement et de l'aménagement intérieur. Dans une moindre mesure mais de façon non négligeable, les produits à base de bois de plantations tropicales sont de façon croissante exportés vers le Japon et d'autres marchés internationaux. On trouve dans cette catégorie des produits de bois reconstitué tels que panneaux de grandes particules orientées (Oriented Strand Board = OSB), bois de placage lamellé type "Lamibois" (Laminated Veneer Lumber = LVL), bois reconstitués de type "Parallam" et équivalents (Parallel Strand Lumber = PSL, Laminated Strand Lumber = LSL, Oriented strand lumber = OSL), et panneaux de fibres de moyenne densité (MDF). En outre, des produits élaborés, en bois lamellé par exemple, se développent sur le marché international, en utilisant certaines essences de plantations adaptées, telles que *Gmelina arborea*. On peut constater la même tendance en Amérique du Nord, en Europe, et de plus en plus sur les marchés intérieurs des pays en développement eux-mêmes.

La fabrication de produits à forte valeur ajoutée joue un rôle important dans cette évolution rapide. L'accroissement spectaculaire des exportations de bois d'hévéa de Malaisie est le résultat direct des efforts soutenus entrepris pour convertir une matière première de relativement basse qualité en produits finis de haute qualité. Des bois du Brésil sont exportés vers les Philippines, où ils sont convertis en placages tranchés, employés en revêtement sur des panneaux lattés de *Paraserianthes falcataria*, issu de petites plantations aux Philippines. Ce matériau composite est ensuite transformé en meubles qui sont exportés vers l'Allemagne. Un processus de fabrication analogue est appliqué au Sabah (Malaisie), où des placages de *Shorea spp* sont employés en revêtement sur une âme de *P. falcataria*. En Indonésie, des bois de *Pinus merkusii* provenant de plantations sont aboutés et exportés au Japon. Dans tous ces exemples, les bois déclassés et les excédents de production trouvent leur place sur un marché intérieur en expansion. Au Congo, des poteaux électriques et téléphoniques produits dans des plantations d'eucalyptus hybrides sont traités avec des produits de préservation et vendus sur place ou dans les pays africains voisins.

Parmi les exemples ci-dessus, ceux du Brésil et des Philippines, du Congo et d'autres pays africains, soulignent l'importance croissante du commerce entre pays producteurs de bois tropicaux. Tous les indices montrent un accroissement de cette tendance, bien que, le plus souvent, la plupart des exportations soient dirigées vers le Japon, l'Amérique du Nord et l'Europe, qui sont de longue date les marchés traditionnels d'exportation pour les bois tropicaux. Les relations producteur-acheteur, les infrastructures de transport, l'organisation bancaire et autre sont déjà en place. Il s'agit maintenant de créer sur ces marchés une demande accrue de produits fabriqués à partir d'essences de plantations



tropicales à croissance rapide. Pour y parvenir, il faut une coopération soutenue entre industriels, forestiers, concepteurs, industriels du bâtiment, ingénieurs, technologues du bois et entreprises commerciales.

Il y a des possibilités immédiates pour susciter un surcroît de demande à l'exportation. L'une des voies les plus intéressantes se trouve dans les produits reconstitués. Ce type de produits n'est pas inconnu des consommateurs des pays développés, où sont nés les procédés de fabrication destinés à utiliser les déchets industriels d'essences tempérées pour la production de panneaux de différents types tels que MDF, LVL, OSB, LSL, qui sont maintenant connus et acceptés sur les marchés des pays tempérés.

Les producteurs tropicaux peuvent mettre à profit le marché existant en y introduisant les mêmes types de produits, mais dans ce cas fabriqués à partir d'essences de plantation à croissance rapide. En fait, cela se pratique déjà à petite échelle, associé à la vente sur les marchés intérieurs de bois déclassés et d'excédents.

Cependant, en cherchant à accroître leurs débouchés tant à l'exportation que sur les marchés intérieurs, les industriels doivent se garder d'un engagement excessif. Les nouveaux marchés peuvent facilement être perdus si les livraisons sont irrégulières. Ce sera inévitable si la demande excède la capacité de production des plantations existantes.

### 3.2 MARCHES ACTUELS ET FUTURS

#### 3.2.1 Panneaux

Le potentiel d'expansion des exportations de produits à base de bois dans les tropiques est clairement démontré par l'importance croissante des panneaux. Une comparaison entre les données de 1993 et de 1994 montre que la consommation de panneaux a augmenté de 3,1% en Europe et de 5,4% en Amérique du Nord. En 1994, la consommation totale de panneaux à base de bois dans ces deux régions a été de 83,46 millions de mètres cubes, comme le montre le tableau ci-dessous.

**Tableau 9. Consommation de panneaux à base de bois en Europe et en Amérique du Nord (1990-1994)**  
Millions de mètres cubes

Région	Produit	1990	1991	1992	1993	1994
Europe	Panneaux de particules	28,92	28,24	27,14	26,94	27,58
	Contreplaqués	6,44	5,77	6,00	6,00	6,13
	Panneaux de fibres	4,72	4,30	4,41	4,45	4,85
Amérique du Nord	Panneaux de particules	14,54	14,37	16,82	18,10	19,42
	Contreplaqués	20,77	18,38	18,81	18,86	19,41
	Panneaux de fibres	5,57	5,32	5,50	5,65	6,07
<b>TOTAL</b>		<b>80,96</b>	<b>76,68</b>	<b>78,68</b>	<b>80,00</b>	<b>83,46</b>

Source: ECE/TTIM/BULL/48/3 Forest Products Annual Market Review 1994-95

Nota: Les chiffres de 1994 sont en partie des estimations.

Il est intéressant de noter que 69,4% (59,72 M m<sup>3</sup>) de la consommation totale de 1994 (83,46 M m<sup>3</sup>) se composent de panneaux de particules et panneaux de fibres. Ces deux produits peuvent être fabriqués avec des bois tropicaux de plantations. Sans aucun doute, une partie de ce volume a déjà une origine



tropicale mais, malheureusement, les statistiques disponibles ne sont pas ventilées par essence ni par pays d'origine.

Entre 1983 et 1993, la consommation mondiale de panneaux à base de bois a augmenté de 26% (27 615 000 m³). La plus grande part de cette augmentation se situe dans les pays en développement où la consommation a été de 21 099 000 m³, soit un accroissement phénoménal de 248% par rapport à la décennie précédente. Par comparaison, la consommation des pays développés ne s'est accrue que de 7,2% (6 515 000 m³). Les prévisions sur les marchés prédisent un nouvel accroissement de 93,3% (123 431 000 m³) entre 1993 et 2010, la consommation de panneaux augmentant de 214% dans les pays en développement pour passer à 40 122 000 m³, et de 85,9% dans les pays développés pour passer à 83 310 000 m³.

### 3.2.2 Panneaux de fibres de moyenne densité (MDF)

Les panneaux de fibres de moyenne densité sont particulièrement intéressants pour les pays producteurs tropicaux, parce que le procédé de fabrication peut s'appliquer à une large gamme de qualités de bois et d'essences. Le tableau ci-dessous fournit une première estimation de la capacité de production par continent.

**Tableau 10. Capacité de production de panneaux de fibres de moyenne densité par région (millions de m³ par an)**

Région	Nombre d'usines		Capacité de production annuelle		Accroissement estimé
	1994	1995	1994	1995	
Afrique	3	3	0,158	0,175	0,186
Asie-Océanie	46	53	3,376	4,311	3,117
Europe	34	41	3,925	6,064	0,755
Amérique Latine	4	5	0,307	0,487	0,255
Moyen-Orient	0	1	-	0,086	s.o;
Amérique du Nord	18	22	2,561	3,306	1,866
Russie	9	10	0,568	0,697	0,085
<b>Total</b>	<b>114</b>	<b>135</b>	<b>10,895</b>	<b>15,026</b>	<b>6,264</b>

Source : Wood Based Panel International (Octobre 1995)

Les données ci-dessus indiquent qu'en 1995 la production de l'Afrique, de l'Asie-Océanie et de l'Amérique Latine était de 33% (4,976 M m³) et, en outre, que près de 50% de l'accroissement prévu de capacité de production en 1996 se situera dans la région Asie-Océanie. Cela signifie une forte augmentation de la demande de bois tropicaux convenant techniquement et économiquement pour la production de panneaux de fibres. On peut supposer qu'une partie de cette demande sera satisfaite par des déchets de bois, mais il y aura aussi évidemment une incidence sur les bois provenant de plantations. D'une part, ces besoins accrus constitueront une forte incitation à la création de reboisements et, ce qui est sans doute plus important, à une meilleure gestion de ceux existants, mais, d'autre part, il y a un risque que les plantations forestières ne soient pas en mesure de fournir le volume supplémentaire de matière première requis. Cela aurait une incidence défavorable sur la rentabilité financière des investissements proposés pour accroître la capacité de production de panneaux de fibres.



### 3.2.3 Panneaux de grandes particules orientées (OSB)

La plupart des panneaux de grandes particules orientées disponibles sur le marché sont produits et vendus en Amérique du Nord. La demande de ce type de panneaux augmente pour diverses raisons. Tout d'abord, les industriels qui les produisent peuvent utiliser comme matière première des bois de relativement basse qualité tels que le peuplier et des déchets de scierie. Ensuite, les caractéristiques physiques de ces panneaux s'avèrent supérieures à celles du contreplaqué pour certaines applications. Enfin, leurs prix sont compétitifs. C'est l'Amérique du Nord qui à l'heure actuelle bénéficie le plus de ces avantages, mais il n'y a pas de difficultés techniques sérieuses pour produire des panneaux de grandes particules orientées à partir de bois tropicaux provenant de plantations. En fait, quelques usines sont déjà prévues ou en cours de construction dans les tropiques.

En 1994, la production nord-américaine de panneaux de grandes particules orientées a été d'environ 10 millions de mètres cubes, et elle s'est accrue de 3 millions de mètres cubes en 1995. Le tableau ci-dessous illustre cet accroissement.

**Tableau 11. Production de panneaux de grandes particules orientées en Amérique du Nord**

Année	Etats-Unis		Canada		Total	
	x 1000 ft <sup>2</sup> 3/8 inch	x 1000 m <sup>3</sup>	x 1000 ft <sup>2</sup> 3/8 inch	x 1000 m <sup>3</sup>	x 1000 ft <sup>2</sup> 3/8 inch	x 1000 m <sup>3</sup>
1990	5 418	4 795	2 214	1 959	7 632	6 754
1991	6 613	4 967	1 803	1 596	7 416	6 563
1992	6 653	5 888	2 315	2 049	8 968	7 937
1993	7 002	6 197	3 109	2 751	10 111	8 948
1994	7 486	6 625	3 408	3 106	10 894	9 641

Source : North American Fact Book, 1995-96

Une partie de la production nord-américaine actuelle est exportée vers l'Europe et le Japon. La consommation japonaise est comptabilisée dans les importations de panneaux de particules, et impossible à ventiler. Le Japon ne fabrique pas ce type de panneaux de particules. Deux nouvelles usines sont maintenant en production en Europe, avec une capacité annuelle totale de 0,2 million de mètres cubes. Il y a des projets de construction d'autres usines, qui fourniront des panneaux de grandes particules orientées comme substitut du contreplaqué. Cependant, l'expansion de cette industrie pourrait être freinée par une disponibilité insuffisante en matière première bon marché. En raison de l'expansion du marché, il y a des possibilités de produire des panneaux de grandes particules orientées à partir de bois tropicaux, notamment là où les déchets de bois sont actuellement sous-utilisés ou simplement brûlés.



### 3.2.4 Contreplaqué

Bien que ce produit occupe toujours une place importante sur le marché mondial, on observe une diminution perceptible de la consommation de contreplaqué fabriqué à partir d'essences tropicales de forêts naturelles. On peut l'attribuer en partie à la hausse des prix et à la moindre disponibilité en matière première, mais les préoccupations mondiales sur le sort des forêts tropicales constituent un autre facteur déterminant.

Au Japon, la production de contreplaqué est passée de 6,7 millions de mètres cubes en 1990 à 4,9 millions en 1994, et elle est estimée pour 1995 à 4,4 millions de mètres cubes. Pendant de nombreuses années, la production de contreplaqué au Japon a été fortement tributaire de bois tropicaux importés. A l'heure actuelle, on note une tendance à une utilisation accrue d'essences résineuses, qui sont passées de 15% du volume total de matière première utilisée pour le contreplaqué en 1993 à 20% en 1994 et 22% pour la période de janvier à juin 1995. Les industriels prévoient d'accroître encore cette proportion, qui passerait en 1996 à 30%.

En Europe, la consommation de contreplaqué est restée sensiblement constante, soit environ 6 millions de mètres cubes par an; elle a cependant légèrement augmenté en 1994. Lorsque les données de 1995 seront disponibles, elles montreront sans doute un nouvel accroissement. Les principaux producteurs européens sont la Finlande, la France, l'Italie et l'Allemagne, qui ont globalement une capacité de production annuelle de 3,3 à 3,5 millions de mètres cubes. On enregistre des importations de 4,5 à 4,6 millions de mètres cubes par an, provenant pour la plus grande part d'Amérique du Nord mais comprenant aussi des importations des tropiques.

La consommation nord-américaine de contreplaqué a été de 18,86 millions de mètres cubes en 1993 et de 19,3 millions en 1994, la plus grande part étant produite localement. Les importations de contreplaqués tropicaux ont été ces deux mêmes années de 1,8 à 1,9 million de mètres cubes.

La demande actuelle de contreplaqué reste forte, mais elle se heurte à une concurrence croissante des panneaux de grandes particules orientées. On a développé de nouvelles technologies pour faire face à cette concurrence, le progrès le plus marquant étant la mise au point de dérouleuses capables de dérouler efficacement des billes de petit diamètre ou laissant un très petit noyau lors du déroulage de billes de grand diamètre. Cependant, cet avantage nouvellement acquis est fortement contrebalancé par la raréfaction et la hausse des prix des grumes de qualité déroulage provenant des sources tropicales traditionnelles. Les producteurs de contreplaqué de pays tels que le Japon et la Corée, ainsi que les pays tropicaux eux-mêmes, en subissent les conséquences.

La raréfaction de l'offre de grumes de qualité déroulage en provenance des tropiques a provoqué un surcroît d'intérêt pour la production de placages tranchés. Ce fait est illustré par certains des exemples cités plus haut, tels que l'emploi de sciages provenant du Brésil pour la production de placages tranchés qui servent de revêtement sur une âme de *Paraserianthes falcata* aux Philippines. Cette tendance se poursuivra vraisemblablement, étant donnés : (1) la raréfaction des grumes de déroulage, (2) les rendements élevés au tranchage et (3) l'aspect des bois tranchés davantage appréciés que celui des bois déroulés.

### 3.2.5 Panneaux de particules

En Europe, les panneaux de particules sont les plus largement utilisés, avec des ventes en 1994 excédant 27 millions de mètres cubes, soit 71,5% de la consommation totale de panneaux dérivés du bois. Depuis, la demande s'est accrue, mais elle reste au-dessous de l'année record de 1990, où la consommation totale a été de 28,92 millions de mètres cubes. La production et la consommation allemandes sont particulièrement élevées et on note une hausse des prix dans les statistiques partielles de 1995.

En Amérique du Nord, la consommation de panneaux de particules en 1994 a été de 19,42 millions de mètres cubes, sensiblement équivalente à celle de contreplaqués. On prévoit que les panneaux de particules, comme les panneaux OSB, continueront à se substituer au contreplaqué, ce qui entraînera un accroissement de la demande et une baisse correspondante des ventes de contreplaqué.



Les panneaux de particules gagnent également du terrain sur le marché traditionnel des contreplaqués dans les pays en développement. Leur production est en expansion en Chine, en Indonésie et en Thaïlande, qui exportent toutes trois une partie de leur production. Le Japon est l'un de leurs principaux acheteurs, mais le volume exporté est difficile à déterminer car les statistiques japonaises regroupent les importations de panneaux de particules et de panneaux OSB dans la même catégorie.

### **3.2.6 Autres bois reconstitués et produits remanufacturés**

Outre les panneaux à base de bois passés en revue ci-dessus, l'offre et la demande d'autres produits reconstitués s'accroissent également. Le bois lamellé en est sans doute le meilleur exemple en ce qui concerne les producteurs tropicaux, illustré par le développement d'une industrie du bois d'hévéa en Malaisie.

En même temps, on note une utilisation croissante de bois reconstitués de types LVL, PSL, LSL et OSL dans l'industrie du bâtiment. Les panneaux de bois-ciment, matériau composite associant déchets de bois et ciment, gagnent aussi en importance.

A l'exception de ces derniers, qui exigent un investissement relativement modeste, la fabrication de tous les autres produits dérivés du bois mentionnés risque de ne progresser que lentement dans les tropiques, en raison des investissements importants qu'elle requiert.

Il semble toutefois que l'accroissement de la demande intérieure et la raréfaction des produits plus traditionnels pourraient inciter à brève échéance à accroître les investissements dans ces domaines. L'amélioration de la situation économique dans de nombreux pays tropicaux, notamment en Asie, se traduit déjà par un plus grand pouvoir d'achat et par une forte progression de l'industrie du bâtiment.

### **3.2.7 Sciages**

Les sciages séchés à l'air ou artificiellement occupent depuis longtemps une place spéciale sur les marchés mondiaux et jouent un rôle dominant dans les marchés intérieurs. Depuis quelques années, la consommation de sciages a diminué dans la plupart des pays tempérés, mais augmenté dans de nombreux pays en développement.

Entre 1983 et 1993, la consommation mondiale de sciages a diminué à un rythme annuel de 2,1%, soit 9 395 000 m<sup>3</sup>. Dans les pays développés, la consommation a diminué de 23 726 000 m<sup>3</sup>, soit environ 7%, tandis que dans les pays en développement elle a augmenté de 14 329 000 m<sup>3</sup>.

Dans l'ensemble cependant, on prévoit que la consommation mondiale de sciages augmentera de 46,6% entre 1993 et 2010, soit 199 938 000 m<sup>3</sup>, la plus grande part de cet accroissement se situant dans les pays en développement où l'on prévoit que la consommation atteindra 108 109 000 m<sup>3</sup>, soit un accroissement de 94,3%. Durant la même période, on estime que la consommation de sciages dans les pays développés augmentera de 29,2%, soit 91 830 000 m<sup>3</sup>.

La valorisation des essences de plantation sera sans aucun doute un facteur essentiel dans cette consommation accrue, principalement du fait de l'utilisation d'essences adaptées à la fabrication de bois lamellé.

## **3.3 FACTEURS DETERMINANTS**

De nombreux facteurs interviendront dans l'évolution de l'utilisation d'essences tropicales de plantation à croissance rapide. On peut schématiquement distinguer deux catégories de problèmes, ceux concernant la transformation industrielle des bois et ceux relatifs aux plantations, avec un recouvrement important entre les deux.



### 3.3.1 Problèmes industriels

#### (a) Matière première

Une question primordiale pour les industriels actuels et futurs est un approvisionnement soutenu et régulier en matière première. La situation actuelle est variable. Certains pays tropicaux, tels que le Brésil, ont suffisamment de bois sur pied, tandis que d'autres, tels que la Thaïlande et les Philippines, importent déjà des quantités notables de bois.

Parallèlement à la quantité de matière première disponible se pose la question de leur qualité et de leurs caractéristiques physiques et mécaniques. Celles-ci varient largement non seulement entre essences, mais également à l'intérieur d'une même essence, surtout de provenances différentes. En outre, l'utilisation industrielle de nombreuses essences tropicales à croissance rapide n'a démarré que depuis quelques années, et l'expérience acquise concernant leur emploi pour divers usages est limitée.

La forme des grumes et les défauts tels que noeuds et pourriture du coeur influenceront sur les types de produits pouvant être obtenus, et par conséquent sur la conception et l'équipement des usines de transformation. Des grumes courtes et présentant de fortes courbures imposeront souvent, pour l'exportation vers les marchés des pays développés, de s'orienter vers des techniques de lamellation, d'aboutage et de reconstitution.

Les panneaux de fibres et autres panneaux reconstitués offrent des possibilités supplémentaires. Pour le marché intérieur ou l'exportation vers d'autres pays tropicaux, l'éventail des possibilités s'élargit et la commercialisation de poteaux traités, de sciages et de contreplaqués est envisageable, ainsi que la vente de bois déclassés et de surplus de production.

L'approvisionnement en matière première présente aussi d'importants aspects logistiques. La production de produits reconstitués à base de bois pourra être financièrement viable dans des pays développés où la matière première est constituée par des déchets provenant de la transformation de grumes de moyenne à haute qualité provenant de plantations âgées ou de forêts naturelles. Ces déchets sont souvent disponibles à un coût nul, excepté le coût du transport vers l'unité de transformation. En ce qui concerne la valorisation industrielle d'essences tropicales de plantation à croissance rapide, la situation sera souvent toute différente. La plus grande partie de la matière première proviendra de petites et moyennes plantations composées d'essences qui fournissent souvent un bois de basse qualité, dans des conditions ambiantes telles que les bois ont tendance à se dégrader rapidement.

On doit tout d'abord considérer la manière d'organiser une livraison régulière de grands volumes de bois provenant de sources dispersées. En outre, une transformation préliminaire en forêt et l'application immédiate de produits de préservation sont impératifs pour éviter la dégradation des bois. L'industrie du bois d'hévéa en Malaisie en offre un exemple typique. La Malaisie possède environ 1,75 million d'hectares de plantations d'hévéas, mais le regroupement de bois bruts de sciage prétraités à partir de nombreuses zones de production n'est pas une tâche aisée. Les plans d'abattage varient d'un endroit à l'autre, en fonction des programmes de replantation prévus. Cette situation se reproduit souvent lorsque les plantations sont mises en place à des époques différentes par une multitude de petits propriétaires ; les peuplements arrivent alors à maturité de façon dispersée. Une mauvaise infrastructure de transport (voir ci-dessous) et les fortes pluies de mousson aggravent ces difficultés.

#### (b) Economies d'échelle

La plupart des méthodes de transformation des bois actuellement applicables aux essences tropicales de plantation à croissance rapide ont été mises au point dans des pays tempérés, ayant des ressources en capitaux et en matière première suffisantes pour soutenir une fabrication à grande échelle. Pour bénéficier d'économies d'échelle, les industries de ces pays ont dû rechercher de grands volumes de production tout en maintenant un niveau élevé de qualité.

C'est ainsi qu'aux Etats-Unis, par exemple, une capacité de production de 250 000 mètres cubes est considérée comme indispensable pour la rentabilité d'une usine de panneaux de fibres de moyenne densité. Les investissements actuellement nécessaires pour une capacité de 170 000 mètres cubes sont estimés à 50 millions de dollars EU, soit environ 500 \$EU par 1 000 ft<sup>2</sup> de panneaux de 3/4" d'épaisseur.



Le Tableau 12 présente d'autres indications sur les investissements nécessaires pour des usines de contreplaqué, de panneaux de particules et de panneaux de fibres, selon les données actuelles fournies en 1996 par des industriels japonais.

Considérant ces chiffres, il est probable que la plupart des pays tropicaux éprouveront des difficultés à obtenir les capitaux nécessaires pour réaliser des économies d'échelle à un niveau compétitif par rapport aux pays développés. Pour y parvenir, il faudra : (1) des apports de capitaux et de technologies de l'étranger ; (2) des politiques commerciales et bancaires créant un climat d'investissement favorable ; (3) des programmes de recherche-développement continus pour suivre en permanence les marchés, les préférences des utilisateurs et les caractéristiques techniques de la matière première disponible.

Le manque de capitaux sera moins contraignant pour la fabrication de produits tels que les bois lamellés destinés à la fabrication de produits finis à haute valeur ajoutée. En outre, les investissements dans ce domaine pourront bénéficier de l'accroissement de la demande intérieure et des perspectives naissantes d'échanges commerciaux entre pays en développement. Mais il sera indispensable de donner priorité aux investissements dans les installations de séchage et de préservation des bois, sans lesquelles les perspectives de croissance seraient extrêmement limitées en raison de la sensibilité de la plupart des essences tropicales à croissance rapide aux attaques d'insectes et de champignons.

**Tableau 12. Estimations des coûts d'installation d'usines de contreplaqué, de panneaux de particules et de panneaux de fibres de moyenne densité**

**A. Usine de contreplaqué (capacité de production de 5 000 m<sup>3</sup>/mois)**

Ligne de fabrication	Coût d'installation normal (\$EU)
1. Préparation des grumes 1. Scie à chaîne 2. Ecorceuse	2 500 000
2. Déroulage 3. Dérouleuse 4. Massicotage et empilage	8 500 000
3. Séchage des placages 5. Séchoir 6. Assembleuse de placages	6 000 000
4. Pressage 7. Encolleuse 8. Presse à froid 9. Presse à chaud	7 000 000
5. Finition 10. Mise à dimension 11. Ponceuse	1 000 000
6. Chaudière	3 500 000
Total partiel	28 500 000
7. Générateur d'électricité	2 500 000
Total général	31 000 000



**B. Usine de panneaux de particules (capacité de production de 5 000 tonnes/mois)**

<b>Ligne de fabrication</b>	<b>Coût d'installation normal (\$EU)</b>
1. Manutention des copeaux 1. Déchiqueteuse 2. Détecteur de métaux 3. Silo à copeaux	7 000 000
2. Préparation des copeaux 4. Traitement à copeaux 5. Fragmenteuse 6. Tamis 7. Convoyeur	2 500 000
3. Séchage 8. Séchoir 9. Stockage des plaquettes humides 10. Stockage des plaquettes sèches 11. Brûleur pour poussière de ponçage	3 000 000
4. Collage 12. Mélangeur de colle 13. Réservoir de colle 14. Convoyeur	1 000 000
5. Conformation 15. Conformateur 16. Convoyeur	5 000 000
6. Pressage 17. Prépresse 18. Presse à chaud continue 19. Deligneuse 20. Scie de reprise 21. Refroidissement	12 000 000
7. Finition 22. Ponceuse 23. Mise à dimensions	3 500 000
8. Energie 24. Chaudière 25. Système de contrôle 26. Air comprimé 27. Adduction d'eau	4 000 000
<b>Total général</b>	<b>38 000 000</b>



**C. Usine de panneaux de fibres de moyenne densité  
(capacité de production de 5 000 m³/mois)**

Ligne de fabrication	Coût d'installation normal (\$EU)
1. Manutention des bois et tri 1. Déchiqueteuse 2. Détecteur de métaux 3. Silo à copeaux 4. Tamis à copeaux	7 000 000
2. Préparation des fibres 5. Défibrage 6. Encolleuse	3 500 000
3. Séchage des fibres 7. Séchoir	4 000 000
4. Conformation 8. Stockage des fibres 9. Unité de conformation 10. Aspiration	7 500 000
5. Pressage 11. Prépresse 18. Presse à chaud continue 19. Delignage 20. Scie de reprise 21. Refroidissement	13 000 000
6. Finition 22. Ponceuse 23. Mise à dimensions 24. Aspiration des poussières	5 500 000
7. Energie 19. Chaudière 20. Système de contrôle	9 500 000
<b>Total général</b>	<b>50 000 000</b>

**(c) Main-d'oeuvre**

En scierie, les équipes travaillent généralement en un-huit, tandis que dans les usines de contreplaqué et dans les fabriques de lamellés-collés elles fonctionnent en deux-huit.

En revanche, les usines de panneaux de fibres et de panneaux de particules doivent souvent travailler en trois-huit pour être rentables. Cela a une incidence sur la disponibilité de la main-d'oeuvre et plus encore sur sa qualité et ses compétences. Ces industries lourdes impliquent un fonctionnement efficace et continu d'équipements perfectionnés et coûteux. Cela exige des techniciens hautement qualifiés et consciencieux et des programmes de formation permanente pour améliorer leurs compétences à mesure que de nouvelles technologies se développent.



La formation technique doit notamment créer une capacité de recherche d'accompagnement, qui devra continuellement évaluer de quelle manière diverses essences, provenant de diverses sources, répondent à différents programmes de séchage et à différents traitements de préservation, et déterminer quelles sont les adaptations nécessaires. Il est en général difficile de recruter et de garder des techniciens compétents, surtout lorsque les usines sont situées dans des régions isolées. D'autre part, la demande saisonnière de main-d'oeuvre semi-qualifiée et non qualifiée en agriculture entraîne souvent une pénurie de bûcherons pour l'approvisionnement des usines de transformation des bois.

#### **(d) Variété des produits et normes de qualité**

C'est toujours la demande qui détermine les produits à fabriquer et la clientèle ciblée. La variété des produits fabriqués et les normes de qualité appropriées varient selon que le produit final est destiné à l'exportation ou au marché intérieur, et selon les exigences des créneaux d'utilisation. Certains utilisateurs préfèrent des bois de couleur claire, d'autres des bois foncés. D'une manière générale, la tendance semble plutôt s'orienter vers des bois de couleur claire pouvant être utilisés tels quels ou teintés. Il faut ensuite que les bois se prêtent à la fabrication de produits répondant aux besoins particuliers des consommateurs. La plupart des essences tropicales de plantation, à croissance rapide, peuvent par exemple être utilisées pour la fabrication de panneaux de fibres de moyenne densité, mais, pour la production de bois lamellés, la gamme est plus restreinte.

#### **(e) Infrastructure**

Le manque d'infrastructures routières, d'embarcadères, d'installations de stockage et de réseaux électriques fiables sont des problèmes endémiques dans la plupart des pays tropicaux. Ces déficiences influent de diverses manières sur l'expansion de l'industrie. Tout d'abord, le mauvais état des routes perturbe l'approvisionnement des usines. Ensuite, l'irrégularité de la fourniture d'énergie électrique oblige souvent à installer des générateurs, d'où un surcroît d'investissement. L'insuffisance des infrastructures peut aussi entraîner des interruptions dans l'approvisionnement en colle, pièces détachées, outils, etc., obligeant à constituer des stocks de sécurité, qui immobilisent des capitaux supplémentaires, augmentant ainsi les frais généraux (intérêts sur emprunts pour fonds de fonctionnement). Enfin, une mauvaise infrastructure accroît les frais de transport et compromet la livraison en temps voulu des produits finis. Le mécontentement des acheteurs et la perte de marchés qui en résulte peuvent souvent être attribués à des retards de livraison dus au mauvais état des routes, à des installations portuaires engorgées et autres difficultés analogues.

#### **(f) Emplacement des usines**

Un choix prudent des sites d'usines tiendra compte des conditions d'infrastructures et autres facteurs. La proximité d'un cours d'eau est généralement considérée comme un avantage, mais des variations saisonnières dans le niveau des eaux risquent d'interrompre la livraison de matières premières et de fournitures essentielles (par exemple carburant) ou l'expédition de produits finis, d'où des retards coûteux. Il est également important d'évaluer la disponibilité et la qualité de l'eau, en particulier pour la production de vapeur industrielle. Les pannes de chaudières et de systèmes de refroidissement de moteurs sont souvent dues à l'emploi d'eau saumâtre, alcaline ou fortement minéralisée.

Un autre point à évaluer est la résistance des sols, notamment lorsqu'on installe une usine près d'un marais, d'une rivière ou d'un port maritime, les fondations devant être conçues avec une résistance suffisante pour avoir des structures stables, indispensables pour un bon fonctionnement des équipements industriels.

#### **(g) Fournitures et matériels consommables**

La fabrication de tous les produits dérivés du bois, à l'exception des sciages bruts, nécessitent l'utilisation de colles, vernis, peintures et autres matières de finition importés. La satisfaction de ces besoins peut poser des difficultés, mais elle peut aussi stimuler l'industrie locale. Par exemple, la production locale de colles d'urée-formol a contribué à améliorer la compétitivité des contreplaqués indonésiens.



Avec la complexité croissante des usines, la disponibilité en pièces de rechange prend une importance de plus en plus grande. Les temps d'immobilisation sont, sans doute, le facteur qui nuit le plus à la rentabilité financière. C'est pourquoi il est indispensable d'avoir en permanence un assortiment complet de pièces de rechange et de gérer les stocks de façon rigoureuse.

### **3.3.2 Problèmes relatifs aux plantations**

#### **(a) Sylviculture**

De nombreuses plantations d'essences tropicales à croissance rapide ont été installées dans le but de restaurer des terrains dégradés, de fournir du bois de feu ou de produire du bois à pâte pour l'industrie papetière. Aucun de ces emplois ne requiert des grumes de haute qualité. Avec les nouvelles possibilités de valorisation des bois qui s'offrent maintenant, la qualité des grumes deviendra une question importante, qui aura une incidence sur les traitements sylvicoles.

De nombreuses études (voir Partie IV, Etudes de cas) indiquent que l'on a laissé échapper des possibilités de productions à forte valeur ajoutée à cause de défauts de la matière première. Dans les cas étudiés, par exemple, les rendements moyens (au sciage) n'étaient que de 20% et souvent moins, le maximum étant de l'ordre de 40% pour le sciage de grumes provenant de plantations relativement âgées. Les noeuds, les irrégularités de forme, la courbure et la faible longueur des grumes sont les défauts le plus souvent reprochés. Des espacements de plantation appropriés, un élagage en temps opportun et des éclaircies systématiques peuvent atténuer ces défauts, au profit tant des reboiseurs que des industriels. L'amélioration génétique des espèces plantées, la sélection des semences et la création de clones performants doivent contribuer à mieux valoriser les bois de plantation.

#### **(b) Préférences de couleur**

Comme on l'a dit plus haut, les tendances actuelles des marchés indiquent une préférence pour des bois blancs ou de couleur claire. C'est le cas dans les pays tempérés où les essences le plus couramment utilisées sont les pins et autres conifères, alors que traditionnellement l'une des caractéristiques les plus recherchées dans les bois tropicaux était leur couleur rouge, brune ou même noire. Cette situation est en train de changer, et il faut en tenir compte dans le choix des essences de reboisement. Par exemple, si l'on vise la production de bois lamellé, des essences de couleur claire telles que *Gmelina arborea* et *Paraserianthes falcataria* seront généralement préférables à des essences à bois rouge telles qu'*Eucalyptus deglupta*, bien qu'elles soient toutes trois des essences à croissance rapide.

#### **(c) Echelle**

Les industriels préféreront en général s'approvisionner en grumes à partir de grandes plantations ou de parcelles groupées. Dans certains pays en développement, comme au Brésil par exemple, cela est possible. Dans de nombreux autres pays en développement les plantations sont morcelées et la plupart des propriétaires préfèrent planter des cultures vivrières sur les terres fertiles et des arbres forestiers ailleurs, s'ils y voient un profit possible. Les industriels doivent s'adapter à ces conditions.

Il leur faut pour cela développer un réseau d'approvisionnement qui leur permette d'acheter et d'acheminer vers leur usine des volumes suffisants de matière première, à partir d'un grand nombre de petites plantations. Cela se réalise très efficacement dans le secteur agricole, où les contrats de culture sont devenus la norme pour beaucoup d'industries agroalimentaires. L'industrie du bois peut tirer d'utiles leçons de cette expérience.



### 3.4 SUGGESTIONS ET RECOMMANDATIONS

L'expansion et l'amélioration de la valorisation industrielle des essences à croissance rapide peuvent être intensifiées de diverses manières.

Tout d'abord, tous les indices montrent : 1° un accroissement rapide de la demande intérieure dans les pays en développement, 2° une expansion du commerce entre ces pays. Cela permet de penser que les industriels devraient initialement s'orienter vers le marché intérieur et ceux des pays en développement, tout en visant l'exportation future vers les pays développés. Donner priorité à ces marchés présente divers avantages. Entre autres, ils peuvent être approvisionnés par des petites et moyennes usines de transformation, ce qui réduit les besoins initiaux en capitaux, main-d'oeuvre et savoir-faire technique. En outre, les normes de qualité sur les marchés intérieurs et ceux des pays en développement sont généralement moins strictes que celles des grands marchés d'exportation (Japon, Amérique du Nord et Europe). Cela donnera aux industriels plus d'assurance de vendre leurs produits.

En second lieu, il est manifestement nécessaire de mieux diffuser l'information sur les technologies disponibles, leurs avantages et leurs inconvénients, les cas où elles peuvent le mieux s'appliquer, et les capitaux nécessaires pour les mettre en oeuvre. En théorie, les fabricants d'équipements devraient être les mieux à même de diffuser cette information. Cependant, la plupart ont tendance à préconiser des usines de grande taille. Cela peut certes convenir à un groupe relativement restreint d'investisseurs privilégiés, mais laisse de côté les potentialités de nombreux investissements à petite et moyenne échelle qui, à l'heure actuelle, seraient davantage compatibles avec le volume et la qualité de la matière première disponible.

Il faut aussi diffuser à l'intention des marchés potentiels une information sur les produits qui seront disponibles. Les industriels cherchent toujours à promouvoir leurs propres produits, mais la caution de tierces parties neutres peut aider à surmonter la réticence du marché intérieur à promouvoir des produits très différents de ceux auxquels les consommateurs sont traditionnellement habitués.

Les gouvernements et les organisations internationales peuvent aider à combler ces lacunes dans l'information, sans doute en coopération avec le secteur bancaire, qui ne peut que profiter du développement d'une nouvelle clientèle.

Un autre point qui mérite l'attention est la formation de techniciens capables d'installer, de faire fonctionner et d'entretenir les équipements pour la transformation des essences tropicales à croissance rapide. L'emploi de séchoirs et les méthodes de préservation des bois doivent être l'un des principaux sujets de la formation. L'affûtage et l'entretien du matériel doivent faire l'objet de formations adaptées.

Le développement de l'aptitude et de l'engagement à se conformer à des normes de qualité strictes doivent être un aspect important de la formation. La tendance mondiale à la libéralisation des échanges implique que les produits venant des tropiques devront, en définitive, rivaliser en qualité avec des produits analogues fabriqués dans les pays développés. Outre la formation fournie par les industriels et par les fabricants d'équipements, d'autres secteurs concernés pourront aussi apporter une contribution utile. Par exemple, les organisations commerciales et les experts en contrôle de qualité pourraient contribuer à mieux faire connaître les normes.

Le renforcement de la capacité interne de recherche est un autre sujet qui mérite l'attention. Par exemple, étant donné la qualité et les caractéristiques éminemment variables des essences tropicales à croissance rapide, il n'est pas certain que des programmes de séchage uniformes pour une essence donnée soient toujours applicables. Il faudra inévitablement opérer des ajustements. Des essais en vraie grandeur seront nécessaires pour déterminer le niveau d'ajustement approprié. Les industriels doivent reconnaître cette nécessité et être prêts à appuyer une telle recherche s'ils veulent conserver et développer leurs marchés.

La valorisation industrielle d'essences tropicales de plantation à croissance rapide a un rôle très important à jouer dans l'aménagement forestier, en raison de l'incitation au reboisement qu'elle suscite. L'arsenal des technologies disponibles est susceptible de s'adapter à presque toutes les combinaisons possibles de marchés, de capitaux et de matière première. De nouveaux marchés prennent naissance, et il n'y a pas pénurie d'utilisateurs disposés à acheter des produits à forte valeur ajoutée. En même temps il y a des contraintes qui doivent être surmontées ou contournées afin de développer un puissant secteur d'industrie du bois à forte valeur ajoutée. Les études de cas présentées en Partie IV fournissent des exemples démonstratifs des problèmes et des potentialités qui influent sur ce secteur.



## **PARTIE IV - ETUDES DE CAS**







## PARTIE IV - ETUDES DE CAS

### Etude de cas N° 1

**Pays :** Indonésie

**Entreprise :** PT Surya Sindoro Sumbing Wood Industry  
138-A, Jalan A. Yani, Wonosobo  
Jawa Tengah (Centre Java)

**Localisation du complexe industriel :** Semarang, Jawa Barat (Ouest Java)

**Essences utilisées :** *Pinus merkusii* et *Paraserianthes falcataria*

#### Produits et échelle de production

La société fabrique des panneaux lamellés, des poutres, des chevrons et des prédébits pour meubles. La production mensuelle moyenne est de 800 m<sup>3</sup> de produits en *P. merkusii* et 1 000 m<sup>3</sup> de produits en *P. falcataria*. Les entrées de matière première sont de 4 000 m<sup>3</sup> de *P. merkusii* et 3 500 m<sup>3</sup> de *P. falcataria*, ce qui indique un rendement (grumes/produits finis) de 20% et 28,6% respectivement.

#### Méthodes de transformation

Après livraison à l'usine, les grumes sont sciées dans un délai qui n'excède pas 5-6 jours. Cette rapidité est nécessaire pour éviter la dégradation des bois et leur bleuissement. Les sciages ont de 25 à 40 mm d'épaisseur, en toutes longueurs. Les portions présentant des défauts (par exemple noeuds altérés) sont éliminées, et les sciages sont ensuite empilés sur baguettes et séchés en séchoir, habituellement en 12 heures. Après sortie du séchoir, les bois sont transformés en panneaux lamellés, poutres, etc. Le contrôle de qualité est fait à l'usine, suivant l'avis et les spécifications des acheteurs.

#### Approvisionnement en matière première

Les grumes de *P. merkusii* proviennent de 150 000 hectares de reboisements domaniaux. Elles peuvent avoir jusqu'à 4 m de longueur et 30-40 cm de diamètre. L'abattage, le débardage, l'empilage et la livraison à l'usine sont faits par des sous-traitants. Les grumes de *P. falcataria* sont achetées à des planteurs privés. Ces grumes sont généralement livrées en longueur de 2 mètres, ce qui facilite leur récolte et leur manutention. Les grumes sont acheminées vers des points de collecte désignés où elles sont stockées puis transportées à l'usine par la société.

Le rayon d'approvisionnement est, en moyenne, de 100 km. Parfois, cependant, l'usine reçoit des grumes provenant de plantations âgées situées à 150 km de l'usine. La société peut payer des frais de transport plus élevés pour ces grumes, qui représentent moins de 5 % de la matière première qu'elle utilise.

Il n'y a pas d'autres usines à proximité qui puissent entrer en concurrence pour la même matière première. Les approvisionnements en grumes sont assez constants et réguliers, sauf durant la saison des pluies et lors de la récolte du riz qui accapare toute la main-d'oeuvre agricole.



## Investissements et équipements

Les équipements de transformation des bois comprennent 10 scies à ruban, 17 séchoirs d'une capacité individuelle de 50 m<sup>3</sup>, 3 moulurières, 2 unités d'aboutage, et des machines et équipements auxiliaires. L'investissement total, comprenant terrain, bâtiments et équipements décrits ci-dessus, s'élève à 7,0 millions de \$EU.

## Sources d'énergie et matières consommables

La société consomme annuellement de 0,8 à 1,0 MW d'électricité qui est fournie par les réseaux de distribution nationaux. La société a aussi des générateurs de secours, pour faire face aux coupures d'électricité du réseau.

## Personnel

La PT Surya Sindoro Sumbing Wood Industry emploie environ 800 salariés dont 35 cadres de direction, 60 administratifs, 8 employés au bureau des ventes (à Djakarta), 705 ouvriers et quelques techniciens expatriés venant pour la plupart de Malaisie. La plus grande partie du personnel est recrutée dans la région de Semarang dans l'Ouest de Java, où le complexe est implanté. La formation au fonctionnement et à l'entretien des équipements est assurée par les fournisseurs et par les techniciens expatriés.

## Marchés

La production est exportée vers le Japon et vers l'Europe. Les acheteurs sont familiarisés avec les essences utilisées et avec les normes de qualité strictes qui sont appliquées ; c'est pourquoi l'accès aux marchés est relativement aisé. Au Japon, principal débouché de la société, on préfère des finitions naturelles et des produits légers, de couleur claire, ce qui correspond bien aux caractéristiques de *Pinus merkusii* et de *Paraserianthes falcataria*, qui sont les deux essences utilisées par la société.

Le marché intérieur, d'une manière générale, n'est pas très réceptif à ces deux essences, et préfère les essences indigènes traditionnelles. La société n'a pas fait d'effort particulier pour développer un marché intérieur, étant donné que toute sa production est destinée à l'exportation.

## Coûts de production

On ne dispose malheureusement pas de coûts détaillés complets, mais la société indique qu'ils sont stables, avec des fluctuations minimales et un accroissement progressif d'année en année. Les prix des grumes, au cours des trois dernières années, étaient de 35 à 40 \$EU/m<sup>3</sup> pour *Pinus merkusii*, et de 25 à 36 \$EU/m<sup>3</sup> pour *Paraserianthes falcataria*.



## Etude de cas N° 2

**Pays :** Indonésie

**Entreprise :** PT Pinafal Nusantara

**Localisation :** Jl. Haji Wahab Affan No 41  
Medan Satria, Bekasi  
Jawa Barat (Ouest Java)

**Essence utilisée :** *Pinus merkusii*

### Produits et échelle de production

La société fabrique des panneaux lamellés aboutés, des montants de portes, des traverses de tiroirs, des lambris et des éléments de meubles. Elle utilise environ 3 000 m<sup>3</sup> de grumes par mois, qui sont transformés en 700 m<sup>3</sup> de produits finis, soit un rendement global moyen d'environ 23%. Tous les déchets de bois sont utilisés. Une partie sert à produire de la vapeur à des fins industrielles et le reste est vendu sur le marché local.

### Méthodes de transformation

Afin de réduire les risques de bleuissement, les grumes sont sciées à la scie à ruban dans un délai de 3 jours après la livraison à l'usine. Les noeuds et autres défauts sont éliminés, et les sciages sont immédiatement placés en séchoir. L'ensemble de l'opération, du sciage au chargement du séchoir, dure au maximum 12 heures. Après sortie du séchoir, les bois sont immédiatement utilisés pour la fabrication de produits finis.

### Approvisionnement en matière première

La société achète chaque année 36 000 m<sup>3</sup> de grumes de *P. merkusii* provenant de reboisements domaniaux dans un rayon de 75 km autour de l'usine. L'abattage et le transport sont faits par des exploitants sous-traitants. Il n'y a aucune autre usine à proximité, de sorte qu'il n'y a pas de concurrence pour la matière première. L'approvisionnement en grumes est régulier, sauf durant la saison des pluies où le débardage est parfois difficile.

### Investissements et équipements

L'investissement total du complexe de production est de 4,0 millions de \$EU, non compris le prix du terrain. Le complexe est situé dans une zone industrielle au peuplement très dense, et il a été créé spécialement pour utiliser les grumes issues des reboisements domaniaux.

### Sources d'énergie et matières consommables

Les réseaux nationaux fournissent l'eau et l'électricité. La société a aussi des générateurs de secours fonctionnant au fuel pour faire face aux coupures de courant éventuelles.

Les fournitures et matières consommables sont fournies par des revendeurs locaux qui commercialisent des articles importés ou fabriqués localement. Les principales fournitures et matières premières utilisées dans l'usine sont les colles, les fers d'outils, les scies, les outils d'affûtage, les lubrifiants, les papiers d'emballage et les pièces de rechange.



## Personnel

La PT Pinafal Nusantara emploie environ 350 personnes, dont 15 cadres de direction, 30 administratifs et 305 ouvriers de production ; 60% des ouvriers sont affectés aux unités de transformation secondaire. La plupart des ouvriers viennent des villages voisins, et certains viennent de familles d'agriculteurs. Ils sont formés sur le tas, étant donné qu'il n'y a aucune possibilité de formation organisée dans la région. La société n'a pas d'employés expatriés ni de personnel d'assistance technique. Cependant, certains acheteurs japonais envoient leur personnel à l'usine pour fournir une assistance en matière de techniques de fabrication et de contrôle de qualité.

## Marchés

Le Japon est le principal client de la société, et il absorbe environ 600 m<sup>3</sup> sur les 700 m<sup>3</sup> produits mensuellement. Le reste (100 m<sup>3</sup>) est exporté vers la Corée. En 1994, l'Indonésie a exporté pour 1 048 millions de \$EU de produits forestiers, dont 328 millions de \$EU à destination du Japon, comprenant : (1°) des bois lamellés et aboutés pour une valeur de 170 millions de \$EU ; (2°) des parquets et panneaux muraux pour une valeur de 24 millions de \$EU ; (3°) des éléments de portes et fenêtres pour une valeur de 6 millions de \$EU. La société a établi une bonne coopération avec ses acheteurs japonais qui sont familiarisés avec ses produits ainsi qu'avec les caractéristiques des bois de *Pinus merkusii* qu'elle utilise. Cela lui assure un bon accès au marché japonais.

L'Indonésie impose des taxes très élevées (500 \$EU/m<sup>3</sup>) sur les exportations de sciages de *Pinus merkusii*, mais aucune taxe sur les produits finis fabriqués avec cette essence. Cela interdit pratiquement les exportations de sciages, et impose de transformer les bois en produits à forte valeur ajoutée.

Le marché intérieur n'est pas considéré comme important pour les produits fabriqués par la société. Cependant, comme indiqué précédemment, des ateliers locaux utilisent les déchets de l'usine pour fabriquer une large gamme d'articles, dont des meubles pour l'exportation.

## Coûts de production

On ne dispose d'aucune donnée sur les coûts de production totaux. Les grumes sont achetées à un prix relativement bas, de 30 à 40 \$EU/m<sup>3</sup>, qui est assez stable tout au long de l'année. Les coûts de production ont augmenté progressivement au cours des dernières années. Ceci a permis à la société de rester compétitive à l'exportation.



## Etude de cas N° 3

**Pays :** Malaisie

**Entreprise :** Haleywood Industries Sdn. Bhd.

**Localisation :** Plot 9, Kluang Industrial Estate  
86000 Kluang, Johor Darul Takzim

**Essence utilisée :** *Hevea brasiliensis*

### Produits et échelle de production

Les principaux produits de la société sont des meubles prêts à assembler : chaises, meubles de salle à manger, plateaux de table, éléments de meubles. La production mensuelle moyenne est de 25 000 tables et 50 000 chaises.

### Méthodes de transformation

Les hévéas sont sciés par de petits exploitants qui possèdent des scieries mobiles. La phase initiale du travail est faite sur place immédiatement après l'abattage, et les sciages sont rapidement imprégnés avec des produits de préservation à base de bore contre le bleuissement.

Dans les cinq jours suivant le traitement de préservation, les bois sont séchés en séchoir, et ensuite envoyés à l'usine pour la fabrication des produits finis.

### Approvisionnement en matière première

La société achète le droit d'exploiter des hévéas, mais sous-traite ce travail à des petits exploitants. Environ 4 000 m<sup>3</sup> sont ainsi abattus et sciés sur place chaque mois ; 1 000-1 200 m<sup>3</sup> de sciages verts sont produits, soit un taux de conversion de 25%. Les grumes sont achetées à des plantations d'hévéas privées et domaniales situées dans un rayon de 100 km autour de l'usine. Les livraisons sont stables durant toute l'année, à l'exception de quelques interruptions à la saison des pluies.

### Investissements et équipements

Environ 8,0 millions de dollars EU ont été investis dans l'unité de production, y compris le prix du terrain. La société a des installations de traitement suffisantes pour traiter 1 500 m<sup>3</sup> par mois. Ses installations de séchage et de travail des bois ont une capacité mensuelle de 1 500-2 000 m<sup>3</sup>.

### Sources d'énergie et matières consommables

L'usine est située dans une zone industrielle, ce qui lui permet de s'alimenter en énergie électrique et en eau à partir des réseaux de distribution nationaux. En cas de coupures de courant, l'usine a un générateur de secours.

L'usine a des besoins assez importants en colles, abrasifs, fers d'outils, scies, outils d'affûtage, lubrifiants, pièces de rechange, papiers d'emballage, vernis, peintures et autres fournitures. Elle s'approvisionne essentiellement auprès de commerçants locaux.



## Personnel

Le personnel de la société est composé de 48 personnes pour l'administration et l'équipe de direction, 30-40 contremaîtres et 236 ouvriers qualifiés, semi-qualifiés et non qualifiés, soit au total 324 personnes. En outre, les petits exploitants-scieurs emploient 40-45 ouvriers. Il y a un bureau commercial à Singapour, mais on n'a aucune information sur le nombre de personnes qui y sont employées ; leur effectif est sans doute très faible.

## Marchés

Les exportations annuelles de produits de bois d'hévéa de la Malaisie représentent une valeur totale de l'ordre de 1,2 milliard de ringgit (474,12 millions de \$EU). Haleywood est un producteur parmi d'autres, et ses principaux clients sont, par ordre d'importance, le Japon, les Etats-Unis et l'Europe. Chacun de ces marchés a ses propres exigences en matière de qualité, finition, conception, etc. La société se conforme aux normes requises.

La légèreté du bois d'hévéa est un grand avantage, et sa couleur claire permet de le teindre et de présenter des modèles conformes aux préférences des acheteurs. En outre, on peut, après rabotage, obtenir un fini soigné. Ces avantages, associés aux normes élevées de fabrication adoptées par Haleywood, lui ont permis de développer ses ventes à l'exportation.

Il y a une demande assez importante de meubles en hévéa sur le marché intérieur, mais la concurrence est vive, car il y a de nombreuses petites et moyennes fabriques de meubles en bois d'hévéa. Haleywood ne s'intéresse pas au marché local, et a choisi d'orienter presque toute sa production vers les marchés d'exportation. Cependant, les excédents de production et les rebuts d'exportation sont vendus localement, et une partie des éléments de meubles est utilisée par des ateliers locaux qui produisent des meubles pour l'exportation.

## Coûts de production

Le prix des grumes est de 45 à 50 ringgit/m<sup>3</sup> (17,7-19,8 \$EU/m<sup>3</sup>), et les coûts de sciage sont de 75 à 90 ringgit/m<sup>3</sup> (29,6-35,6 \$EU/m<sup>3</sup>). Selon les dimensions, le prix total du bois vert rendu usine est d'environ 180 à 230 ringgit/m<sup>3</sup> (71-90 \$EU/m<sup>3</sup>). Le coût du traitement au bore est d'environ 10 \$EU/m<sup>3</sup>, et celui du séchage de 35 \$EU/m<sup>3</sup>. On n'a pas de chiffres exacts sur les coûts d'usinage et de fabrication des produits finis.

Le salaire moyen d'un ouvrier est de 25 ringgit /jour (9,80 \$EU). La société avait autrefois son usine à Singapour où le salaire journalier moyen était de 34 ringgit (13,40 \$EU). Elle a été récemment transférée en Malaisie, principalement parce qu'il était possible d'y trouver une main-d'oeuvre compétente meilleur marché.



## Etude de cas N° 4

**Pays :** Philippines

**Entreprise :** PICOP Resources Inc.

**Bureau de Manille :** Centerpoint Building  
Julia Vargas Ave., Corner Garnet St.  
Ortigas Center, Pasig, Metro Manila

**Localisation de l'usine :** Bislig, Province de Surigao del Sur

### Essences utilisées

*Paraserianthes falcataria*, *Eucalyptus deglupta*, et de petites quantités de *Gmelina arborea* provenant de plantations; importations occasionnelles de *Pinus radiata* de Nouvelle-Zélande, et bois feuillus tropicaux traditionnels (exemple: *Shorea* spp) exploités sur la concession de la compagnie ou importés de Papouasie-Nouvelle-Guinée.

### Produits et échelle de production

La production de la compagnie a été la suivante en 1994 : papier journal 52 000 tonnes, papier kraft 71 000 tonnes, contreplaqué 54 000 m<sup>3</sup>, sciages 49 000 m<sup>3</sup>, et une petite quantité de panneaux lattés.

### Méthodes de transformation

La pâte, le papier et les sciages sont produits suivant des méthodes classiques faisant appel à du matériel assez ancien. L'unité de contreplaqué utilise comporte plusieurs dérouleuses. Le reste de l'équipement de cette unité est également classique, bien que moins ancien que celui utilisé pour la pâte, le papier et les sciages. Les panneaux lattés sont fabriqués avec du matériel relativement récent. Un rééquipement complet de l'usine est prévu.

### Approvisionnement en matière première

La matière première provient de la concession de 200 000 hectares de la compagnie, qui comprend 50 000 hectares de forêts naturelles de diptérocarpacées (deuxième rotation) et 68 000 hectares de reboisements industriels. Le reste de la concession, soit environ 80 000 hectares, est constitué de forêts de diptérocarpacées dans lesquelles l'exploitation est interdite.

Une proportion très importante de la matière première utilisée pour la pâte, le papier et les panneaux lattés est provient de 180 000 hectares de petites plantations agroforestières. Environ 55% des besoins totaux de matière première proviennent des plantations de la compagnie et de petits propriétaires. Le reste vient de forêt naturelle exploitée en deuxième rotation, et d'importations de Papouasie-Nouvelle-Guinée et de Nouvelle-Zélande. Les plantations de la compagnie sont composées d'environ 46 000 ha d'*Eucalyptus deglupta*, 18 000 ha de *Paraserianthes falcataria* et 1 000 ha de *Gmelina arborea*. Plus d'une trentaine d'autres essences ont été plantées à petite échelle ; celles qui nous intéressent ici sont *Anthocephalus chinensis*, *Eucalyptus urophylla* x *E. pellita*, (eucalyptus hybride), *Pinus caribaea* et *P. kesiya*.

Les bois sont débardés par câble ou par tracteur dans la concession de la compagnie, qui est d'un seul tenant, avec des distances moyennes de transport de 50 km (maximum 80 km). Les bois achetés dans les petites plantations sont exploités par leurs propriétaires ou par des exploitants forestiers, et acheminés vers l'usine par des transporteurs travaillant sous contrat avec la compagnie.



## **Investissements et équipements**

PICOP Resources Inc. est l'une des industries intégrées les plus importantes du Sud-Est asiatique, avec un capital total de 5,0 milliards de pesos (192,3 millions de \$EU). C'est une société à responsabilité limitée, enregistrée en avril 1952 comme entreprise d'exploitation forestière (Bislig Industries Inc.). Elle a ensuite étendu ses activités à la fabrication de pâte et de papiers. En 1972, elle a pris le nom de Paper Industries Corporation of the Philippines (PICOP), et elle a finalement été reprise par l'Etat. En 1994, elle a été à nouveau privatisée, et rachetée conjointement par Guoco Holdings Philippines Inc. et HLI Holdings.

En 1994 la compagnie avait des actifs réalisables de 2 689 378 493 pesos (103,4 millions de \$EU). Son patrimoine - usine et équipements - est évalué à 1 668 845 043 pesos (64,1 millions de \$EU), tandis que la valeur des plantations est estimée à 1 020 533 450 pesos (39,3 millions de \$EU).

## **Sources d'énergie et matières consommables**

La compagnie achète annuellement 18-20 mégawatts d'électricité à une centrale électrique d'Etat, et complète ses besoins par sa propre production d'électricité. Elle utilise trois chaudières pour la production de vapeur industrielle et d'électricité. Deux sont chauffées au bois, la troisième au mazout. L'approvisionnement en eau est satisfaisant. Les principales matières consommables pour la fabrication des panneaux, de la pâte et du papier sont importées des Etats-Unis et du Japon.

## **Personnel**

PICOP Resources Inc. employait, en 1994, 7 354 personnes, dont 39 cadres de direction, dont le président, deux présidents adjoints, 4 vice-présidents, 4 vice-présidents adjoints (Administration, Entretien, Services généraux et Produits ligneux), et 28 chefs de division. 7 325 personnes sont employées en exploitation forestière, les plantations, les usines de transformation, les bureaux et les divers services d'appui.

## **Marchés**

En 1994, toute la production a été vendue sur le marché intérieur. Le total des ventes a été de 3,37 milliards de pesos (129,6 millions de \$EU), soit un accroissement de 10% par rapport à 1993. Les ventes de produits ligneux (sciages, contreplaqué et panneaux lattés) ont augmenté de 14%, passant à 1,5 milliard de pesos (57,7 millions de \$EU), tandis que les ventes de produits papetiers ont excédé 1,8 milliard de pesos (69,2 millions de \$EU). Les projets actuels de la compagnie portent sur les méthodes propres à améliorer la productivité et le rendement afin de rester compétitive lorsque les taxes douanières protectionnistes sur l'importation des produits papetiers seront supprimées, en application de l'Accord de libre échange de l'ANASE (AFTA). Actuellement le marché intérieur philippin bénéficie d'une protection douanière.

Entre 1986 et 1991, la consommation de papier par habitant aux Philippines est restée stagnante, à 8,5 kg/an, bien au-dessous de la moyenne mondiale de 45 kg/an. Cette consommation devrait augmenter dans l'avenir. Actuellement 44% de la consommation de papier se concentre sur la capitale, Manille. La consommation de produits papetiers a été, en 1994, la suivante : papier journal - 140 000 tonnes, papier d'impression et d'écriture - 138 000 tonnes, papiers et cartons d'emballage - 450 000 tonnes, papiers de ménage et papiers hygiéniques - 200 000 tonnes, papiers spéciaux - 190 000 tonnes. Les importations ont été de 290 000 tonnes, dont 50% en provenance des Etats-Unis.

On prévoit que l'économie des Philippines connaîtra une croissance de 2,5-3% par an. La consommation de produits papetiers devrait augmenter d'ici l'an 2000 aux rythmes suivants : papier journal - 4,3%, papier d'impression - 6,5%, papiers de toilette - 7,6%, cartons - 5,1%, papier kraft pour emballages - 1,2%, autres papiers kraft - 3,6%, autres cartons - 3,6%, autres catégories - 4,4%.



### **Coûts de production**

Les taxes sur les bois extraits des forêts naturelles sont en moyenne de 1 260 pesos/m<sup>3</sup> (48 \$EU); elles sont calculées sur le volume de bois rond. En 1994, les coûts de production sont élevés à 2,55 milliards de pesos (98,1 millions de \$EU), dont 0,62 milliard de pesos (23,8 millions de \$EU) pour les frais de fonctionnement. Sur un total net de ventes de 3,37 milliards de pesos (129,6 millions de \$EU), la compagnie a fait un bénéfice brut de 0,82 milliard de pesos (31,5 millions de \$EU).



## Etude de cas n°5

**Pays :** Congo

**Entreprise :** Congolaise des Bois Imprégnés S.A. (C.B.I.)  
P.O. Box 820  
Pointe-Noire

**Localisation :** Sud-ouest du Congo

**Espèces utilisées :** Eucalyptus hybrides (*E. PF1* et *E. 12ABL* x *E. saligna*), *Pinus caribaea* et *P. oocarpa*.

### Produits et échelle de production :

L'entreprise fabrique des poteaux électriques ; sa capacité de production est de 100 000 poteaux par an mais sa production réelle est plus faible et varie en fonction de la demande et de la situation économique du Congo et de ses pays-clients. Elle dispose aussi d'une petite unité de sciage pour la fabrication de traverses de poteaux et pour ses propres besoins en bois de construction. Généralement, les poteaux sont en Eucalyptus et les sciages sont produits à partir de Pins de plantation.

### Méthode de transformation :

A l'arrivée dans l'unité de transformation, les grumes sont tronçonnées si nécessaire puis écorcées si l'écorçage n'a pas été fait dans les plantations. Elles sont empilées et séchées à l'air libre pendant 2 mois puis en séchoir pendant 3 jours. Les grumes de Pin sont directement passées en séchoir pendant 2 jours sans séchage à l'air préalable. Si les bois n'ont pas besoin d'être séchés, ils sont simplement passés à l'étuve pendant une journée (stérilisation) à une température de 70°C pour les Eucalyptus et de 90°C pour les Pins.

Les poteaux sont façonnés après séchage. Ils sont ensuite traités en autoclave à l'aide d'un composé C.C.A. (cuivre/chrome/arsenic) suivant un procédé développé par l'entreprise américaine Koppers. Les Eucalyptus absorbent en moyenne 16 kg de produit de préservation par m<sup>3</sup>, contre 12 kg pour les Pins. L'aubier d'Eucalyptus est très facilement imprégnable et ses propriétés mécaniques sont équivalentes à celles du duramen. Le traitement des Eucalyptus dure 2 heures et demie ; celui des Pins dure 4 heures. 24 heures après le traitement, la solution cuivre/chrome/arsenic se combine chimiquement avec la cellulose et la lignine, et devient insoluble dans l'eau. Les différentes étapes du traitement des poteaux sont les suivantes :

- chargement du bois dans l'autoclave,
- vide (à environ 500 mm Hg),
- remplissage de l'autoclave avec la solution cuivre/chrome/arsenic (pression d'environ 10 bars),
- vidange et recyclage du produit de préservation,
- vide,
- déchargement du bois.

A l'issue du traitement, les bois sont empilés et à nouveau séchés; ceux utilisés comme poteaux sont alors prêts à l'emploi ; les bois destinés à la production de sciage (Pins) sont ensuite débités et usinés à l'aide d'équipements classiques (raboteuses, scies circulaires ...).

Les poteaux ont une longueur comprise entre 4 et 12 m, un diamètre fin bout compris entre 10 et 15 cm, et un diamètre à la base compris entre 15 et 25 cm.



### **Approvisionnement en matière première :**

Les grumes sont abattues puis généralement écorcées dans les plantations ; elles sont ensuite transportées vers l'unité de transformation qui est située à l'intérieur de la zone de plantation : le transport en est simplifié. Le rayon d'approvisionnement ne dépasse pas quelques dizaines de km (< 100 km). L'exploitation est assurée par l'Unité d'Afforestation Industrielle du Congo (U.A.I.C.) qui elle-même sous-traite 70% de cette activité à des exploitants privés. L'U.A.I.C. a des participations dans la C.B.I. et gère les plantations clonales d'Eucalyptus ; certains clones sont réservés à la production de poteaux ; l'U.A.I.C. mène des recherches visant à sélectionner les clones d'Eucalyptus les moins fendifs pour les poteaux.

### **Investissements et équipements :**

La C.B.I est une société anonyme régie par les règles du droit congolais ; elle a été créée en 1987. Elle représente un investissement total d'environ 2,1 millions de dollars US :

- 1,4 million pour les équipements : camions, chariots élévateurs, débardeurs, pont roulant, équipements de tronçonnage, de sciage, de façonnage, séchoir (1 unité de 28 m de long et de 280m<sup>3</sup> de volume utile pour le séchage simultané de 850 poteaux), unités de traitement (2 unités de 28 m de long et 1,8 m de diamètre intérieur), cuve de stockage pour le traitement ;
- 0,35 million pour le génie civil et les bâtiments (aménagement de l'aire de stockage et de l'unité de traitement, support en béton pour le pont roulant, dalles et fosses en béton, hangar, bureaux, atelier de réparation...) ;
- 0,25 million pour les autres installations et le petit équipement ;
- 0,1 million pour le fond de roulement.

### **Source d'énergie et matières consommables :**

L'électricité est fournie par un groupe électrogène. L'unité consomme environ 250 000 kWh par an et 30 000 l de carburant sont utilisés pour les véhicules et le petit matériel. Les pièces détachées et les matières consommables sont le plus souvent importées des Etats-Unis.

L'unité de traitement utilise environ 500 tonnes de produit de préservation par an.

### **Personnel :**

Le directeur de la C.B.I. est américain ; la quasi totalité du personnel est congolais.

Les services administratifs et de gestion emploient 5 personnes ; 30 personnes travaillent à la production ; aucune donnée n'est disponible concernant l'approvisionnement.

### **Marchés :**

Une petite partie de la production est vendue sur le marché local, mais les principaux marchés demeurent ceux des pays d'Afrique de l'Ouest et d'Afrique Centrale (Togo, Sénégal, Zaïre...). Ces pays ont lancé de vastes campagnes d'électrification et d'installations de lignes téléphoniques qui devraient se poursuivre dans les années à venir. Ceci devrait entraîner une augmentation de la demande en poteaux et produits connexes. Cependant, ces pays sont régulièrement traversés par de graves crises politiques et sociales dont les répercussions économiques occasionnent des retards, voire des annulations de paiements dont les conséquences sont catastrophiques pour des entreprises telles que la C.B.I.

De récentes études ont mis en évidence de réelles possibilités d'utilisation de poteaux d'Eucalyptus pour les lignes électriques et téléphoniques en Europe.

Techniquement, les poteaux d'Eucalyptus sont de qualité au moins équivalente à celle des poteaux de résineux (propriétés mécaniques des Eucalyptus souvent supérieures à celles des résineux) ; les fûts sont très rectilignes avec un faible défilement.



Cependant, la fabrication des poteaux en Europe est régie par des normes qui définissent un nombre limité d'essences à utiliser pour ce type de produit ; l'Eucalyptus n'est pas mentionné dans ces normes.

### **Coûts de production :**

Les grumes d'Eucalyptus destinées à la fabrication de poteaux sont vendues en moyenne entre 6 et 10 dollars US l'unité. Le salaire mensuel moyen d'un chef d'équipe est de 250 dollars, celui d'un ouvrier non qualifié est de 100 dollars. Aucune autre donnée concernant les coûts de production n'est disponible.

Le prix de vente moyen d'un poteau traité est variable et dépend notamment des dimensions du poteau ; il se situe en moyenne aux alentours de 100 dollars, mais varie largement en fonction. Au niveau régional, ce prix de vente n'est pas très compétitif car les poteaux produits par les pays voisins (Cameroun, Angola...) sont vendus à un prix beaucoup plus attractif.

### **REFERENCES**

1. CARRE, S. 1987 : La filière Eucalyptus en République Populaire du Congo. Rapport d'étude. UAIC/ENGREF, 42p.
2. DREYER J.L., 1990 : Production clonale d'Eucalyptus à l'UAIC : l'Industrie de demain. Séminaire Afrique IUFRO, Groupe P5.01, Abidjan, 19-25 Nov. 1989, p. 211-220.
3. SURAN J.C., 1985 : Etudes sur l'implantation d'une unité de fabrication de poteaux en Eucalyptus en République Populaire du Congo (Pointe-Noire) - 1<sup>ère</sup> phase. Rapport d'étude, CTFT, Nogent sur Marne, 42p



## Etude de cas n° 6

**Pays :** Côte d'Ivoire

**Entreprise :** SOCODIMEX

**Localisation :**

- **siège :** 18 BP 1241, Abidjan 18.

- **unité de transformation:** Oumé, station SODEFOR de la Tene (sud de Bouake).

**Espèce utilisée :** Teck (*Tectona grandis*)

### Produits et échelle de production :

La SOCODIMEX produit des avivés et des prédébâts principalement destinés à la fabrication de parquet, de lambris, de meubles, mais aussi utilisés en aménagement intérieur. Les bois étant très nouveaux, les noeuds doivent être purgés lors du sciage d'où la production de débâts de petites dimensions en toutes longueurs (< 1,5 m) et toutes largeurs. Les bois sont sciés en fonction de la demande spécifique des clients de la SOCODIMEX qui s'est spécialisé dans le débit sur liste.

### Méthode de transformation :

La scie de tête est une multi-lames (de marque Link). Les sciages sont ensuite repris sur une délignieuse puis sur des scies circulaires ; ils sont conditionnés sur palettes puis expédiés. Les bois ne sont jamais séchés ni rabotés.

Bien que les grumes soient généralement droites et bien conformées, le rendement au sciage est faible (12% en moyenne) à cause des noeuds et de l'aubier relativement épais ; l'utilisation d'un équipement mieux adapté à la qualité de la matière première permettrait d'améliorer ce rendement.

Les déchets de bois sont utilisés en bois de feu et pour la production de charbon. Des fours de carbonisation ont été installés au voisinage de la scierie par des charbonniers qui récupèrent directement ces déchets (accords tacites probablement passés avec la scierie) ; un circuit parallèle et informel de valorisation des déchets fonctionne ainsi de façon active à proximité de l'unité de transformation.

### Approvisionnement en matière première :

Les bois sont achetés à la Société de Développement des Plantations Forestières (= SODEFOR, société d'état en charge de la gestion des plantations forestières ivoiriennes) qui gère 31 000 ha de plantations de Teck gérées par la SODEFOR. Ils sont exploités dans la région de Oumé par la société ISOMEX, filiale de la SOCODIMEX ; ce sont des produits de 4<sup>ème</sup> éclaircie .

Les bois récoltés lors des trois premières éclaircies sont le plus souvent laissés dans les plantations et utilisés comme bois de feu ; cependant, une petite partie sert à la fabrication de poteaux électriques ou de clôture pour le bétail. Occasionnellement, il arrive que la SOCODIMEX scie des grumes provenant de coupes à blanc dans la région de Bouaké.

Les arbres sont abattus à la scie à chaîne et tronçonnés en billons de 3 à 5 m. L'écorçage a lieu avant le tronçonnage. Les billes ont un diamètre fin bout de 20 à 25 cm en moyenne, tandis que les diamètres gros bout ne dépassent pas 35-40 cm. Les grumes sont sorties des plantations à l'aide de débardeurs et de tracteurs forestiers, puis transportées jusqu'à la scierie à l'aide de grumiers. Le rayon d'approvisionnement est relativement faible car la scierie est située à l'intérieur de la zone de plantations.



### **Investissements et équipements :**

Le parc à bois est en terre battue. La SOCODIMEX dispose d'équipements achetés d'occasion et installés dans un hangar ouvert. Les bureaux sont situés dans un petit bâtiment séparé du corps principal de la scierie. La scierie a été montée grâce à des capitaux italiens. Le montant total de l'investissement initial n'est pas connu, mais le coût actuel d'installation d'une telle unité de transformation avec du matériel neuf peut être estimé entre 1,5 et 2 millions de dollars US. Aucun investissement nouveau n'est pour l'instant envisagé par la SOCODIMEX. Le terrain sur lequel est installée la scierie appartient à la SODEFOR et fait l'objet d'un bail.

### **Sources d'énergie et matières consommables :**

L'électricité est fournie par un groupe électrogène. Les matières consommables (pièces détachées, outils, scies...) sont difficilement disponibles localement et sont souvent importées d'Italie.

### **Personnel :**

Trois expatriés italiens dirigent la SOCODIMEX (directeur de production, directeur commercial, directeur administratif et financier). La scierie emploie 20 salariés, tous de nationalité ivoirienne, la plupart non qualifiés. Le salaire mensuel moyen d'un chef d'équipe est de 140 dollars US ; celui d'un ouvrier non qualifié est de 80 dollars.

### **Marchés :**

L'essentiel de la production est exporté vers l'Italie. Les Tecks de plantations arrivés à maturité en Côte d'Ivoire peuvent rivaliser avec ceux provenant des forêts naturelles d'Asie du sud-est. Les produits déclassés sont vendus sur le marché local et les déchets sont utilisés en bois de feu et pour la production de charbon (cf. § « Méthode de transformation »).

En Europe, le prix des sciages de Teck de forêt naturelle a fortement augmenté du fait d'une diminution de la ressource dans les pays producteurs, corrélativement à une augmentation de la demande ; le prix des avivés de Teck peut dépasser 4 000 dollars US le m<sup>3</sup>. Ceci favorise l'écoulement de sciages de Teck de plantation de premier choix qui sont vendus à un prix largement inférieur.

La SOCODIMEX est la seule scierie industrielle spécialisée dans le Teck en Côte d'Ivoire ; elle jouit de ce fait d'une situation de quasi monopole qu'elle essaye de protéger afin de maintenir son niveau de prix de vente. Sa spécialisation dans le débit sur liste lui permet de répondre précisément à la demande de ses clients italiens ce qui est une des facteurs clefs de sa réussite.

### **Coût de production :**

Le prix d'achat des grumes est en moyenne de 40 dollars le m<sup>3</sup>. Le coût d'exploitation est environ de 17 dollars le m<sup>3</sup>, et le coût de transport de 23 dollars le m<sup>3</sup>, soit un prix de revient de la matière première voisin de 80 dollars à l'arrivée en scierie. Le prix peu élevé de la matière première, le faible coût de la main d'oeuvre, et la forte demande en bois de Teck sur le marché international sont autant de facteurs favorables qui jouent en faveur du développement de l'activité de la SOCODIMEX.

### **REFERENCES**

1. ASSANDE, A., PARANT, B. & DAIGREMONT, C. 1995: Valorisation des bois d'éclaircies de Teck et *Gmelina* provenant des plantations de la région de Bouaké au moyen de la scie mobile CTFT/ ERVE. Cirad-Forêt/IDEFOR, rapport d'étude, 60 p.



## Etude de cas n° 7

**Pays :** Madagascar  
**Entreprise :** Groupe HAZOVATO  
**Localisation :** BP 414  
Antananarivo  
**Espèce utilisée :** *Pinus patula*

### Produits et échelle de production :

Les activités du Groupe HAZOVATO dans le domaine du bois sont multiples, depuis l'exploitation forestière jusqu'à la fabrication et la commercialisation de produits finis : bois de coffrage et de profilés, palettes, lambris, charpentes lamellées-collées, charpente industrialisées, maison en bois, menuiseries (portes, fenêtres ...), et caisserie destinée à l'emballage des produits fabriqués par le groupe. Le Groupe produit environ 4 000 m<sup>3</sup> de sciages chaque année.

### Méthode de transformation :

Les grumes ne séjournent pas longtemps sur le parc à bois et sont sciées rapidement de façon à limiter les risques de bleuissement. Les bois sont séchés immédiatement après le sciage puis traités en autoclave. L'unité dispose de deux séchoirs reliés à une chaudière alimentée avec les déchets de bois.

Les bois utilisés sont très nouveaux car les plantations ne sont pas élaguées ; de ce fait, les rendements matière successifs aux différentes étapes du cycle de transformation sont relativement faibles.

### Approvisionnement en matière première :

HAZOVATO s'approvisionne à partir de plantations privées situées dans la région de Ambatondradama et de Faratsiho, mais aussi de plantations de la région de Haute Matsiatra. Ces dernières couvrent 30 000 ha dont 10 à 15 000 ha sont exploitables ; elles avaient été initialement mises en place pour la production de matière première pour la pâte à papier.

HAZOVATO exploite directement les bois et les transporte jusqu'à la scierie alors qu'auparavant, ces opérations étaient sous-traitées ; les camions-grumiers n'appartiennent pas au Groupe. Le réseau routier est en mauvais état et le rayon d'approvisionnement est d'environ 80 km.

L'approvisionnement en matière première est une des principaux problèmes du Groupe ; 40 à 60% des plantations ont été dévastées par des cyclones et des incendies. Compte tenu de l'état des plantations, l'exploitation relève parfois davantage d'un « nettoyage des reboisements » que d'une réelle exploitation forestière (nécessité d'extraire les arbres abattus par le vent, endommagés par les incendies ...). Des coupes à blanc sont souvent pratiquées. Dans tous les cas, le volume récolté à hectare est faible.



### Investissements et équipements :

Un investissement de 308 000 dollars US est annoncé par HAZOVATO pour l'ensemble de l'unité de transformation; la répartition des investissements par activité est la suivante :

Affûtage	45,000
Sciage	24,000
Séchage	23,000
Fabrication de lamellé-collé	42,000
Usinage	67,000
Fabrication de menuiseries	6,500
Bois ronds tournés	55,000
Fabrication de meubles	26,000
Finition	11,000
Construction	3,000
Maintenance	<u>5,500</u>
TOTAL	308,000

L'ensemble du matériel d'exploitation (tronçonneuses, débardeur, grumier ...) correspondrait à un investissement de 240 000 dollars.

La plupart des équipements utilisés en exploitation et en transformation ont été achetés entre 1986 et 1994. Le coût de remplacement du matériel actuel par des équipements neufs est estimé à un montant de 2 à 4 millions de dollars.

### Sources d'énergie et matières consommables :

L'électricité est fournie par le réseau national. Des groupes électrogènes sont utilisés en forêt mais peuvent aussi servir à alimenter la scierie en cas de panne du réseau. L'unité de transformation consomme annuellement 5 400 m<sup>3</sup> d'eau, 514 000 kWh (électricité), 200 000 litres de mazout, 24 000 litres d'huiles et lubrifiants. L'approvisionnement en pièces détachées, lames de scie, outils, colles ... constitue un problème majeur pour l'entreprise ; l'organisation et la gestion des ateliers doivent en tenir compte afin d'éviter toute interruption prolongée de la production.

### Personnel :

L'unité de transformation emploie 356 personnes dont 6 pour l'administration et la gestion, 2 pour la maintenance et 348 en production. L'ensemble du personnel est malgache.

### Marchés :

Le marché local absorbe 80% de la production de l'entreprise. Actuellement, l'économie malgache traverse une phase de dépression et de récession caractérisée par de faibles investissements et une diminution du pouvoir d'achat ; le marché de la construction en est directement affecté. Le groupe HAZOVATO réussit cependant à faire face à cette situation, notamment grâce à la diversité de ces activités et à son action dans le domaine de la promotion immobilière qui permet la création et le développement de nouveaux marchés.

HAZOVATO exporte 20% de sa production, principalement vers l'île Maurice, l'île de la Réunion, l'Afrique du Sud, l'Europe (France et Allemagne). Les principaux produits exportés sont les bois de coffrage, les meubles et les pièces de charpente.

Madagascar a mis en place un système de Zone Franche Industrielle afin d'aider les entreprises qui exportent plus de 90% de leur production ; HAZOVATO pourrait essayer de bénéficier de ce système afin de développer ses marchés à l'exportation.



### Coûts de production :

Les informations concernant les coûts de production ne sont que partielles.

La masse salariale annuelle s'élève à 190 000 dollars ; le salaire mensuel moyen d'un cadre est de 140 dollars ; celui d'un ouvrier non qualifié est de 20 dollars.

Le coût de transport des bois depuis la plantation jusqu'à la scierie est en moyenne de 0,05 dollar par m<sup>3</sup> et par km.

L'activité de transformation du bois du Groupe HAZOVATO demeure compétitive grâce au faible prix de la matière première, au coût peu élevé de la main d'oeuvre, et au caractère intégré de son activité depuis l'exploitation forestière jusqu'à la fabrication de produits finis à haute valeur ajoutée.

### REFERENCES

1. BOUILLET, J.P. 1993 : Influence des éclaircies sur la forme du tronc - anisotropie radiale et profil en long - de *Pinus kesiya* dans la région de Mangoro (Madagascar). Thèse de Doctorat en Sciences Forestières, CIRAD-Forêt/ENGREF, Nogent sur Marne/Nancy, 244p.
2. CHIAVERINI, M. 1992 : Etude de la filière des pins tropicaux à Madagascar. Rapport de mission, CIRAD-Forêt, 35p.



## Etude de cas n° 8

**Pays :** Equateur

**Entreprise :** BALTEK Corporation

**Localisation :** Siège : 10 Fairway Court, Northvale NJ 07647, USA  
Equateur : Secosa, Junin 114 4<sup>e</sup>-piso, Guayaquil  
Europe : BALTEK SA, 61 rue La Fontaine, 75016, Paris, France

**Espèce utilisée :** *Ochroma pyramidale* (Balsa)

### Produits et échelle de production :

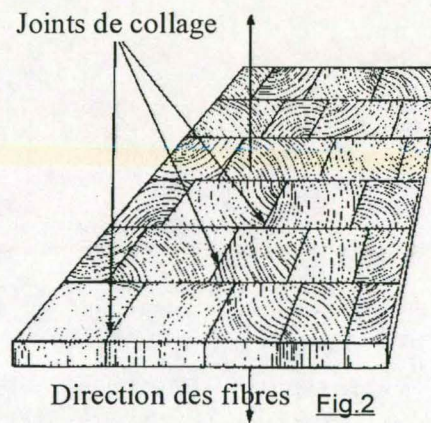
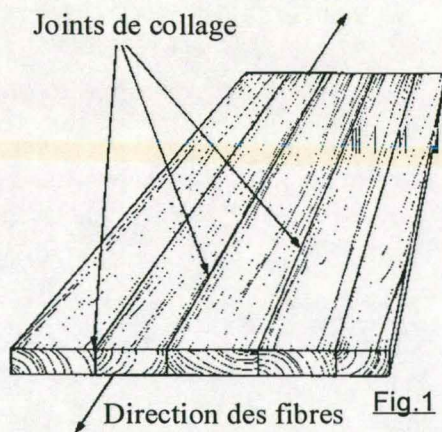
BALTEK produit et commercialise des sciages de Balsa et des panneaux techniques à base de Balsa. Les avivés sont vendus sous le label « Certified Kilndried Belcobalsa » (= « Belcobalsa garantis séchés en étuve »). Les panneaux techniques en bois de fil (fig.1) ou en bois de bout (fig.2) sont utilisés dans l'industrie comme âme de panneaux sandwich dont les faces sont en stratifié ou recouvertes d'aluminium, d'acier, de titane, ou de tout autre matériau de recouvrement. Les panneaux en bois de fil se caractérisent par une très bonne résistance à la flexion et un excellent coefficient d'isolation thermique ; les panneaux en bois de bout ont une très bonne résistance en compression. BALTEK fabrique aussi un autre type de panneau, le « Contourkore », constitué de carrés de Belcobalsa en bois de bout maintenus sur une de leurs faces par un tissu de verre à grandes mailles, lequel est collé à la résine (fig.3) ; ces panneaux étant déformables, leur emploi est particulièrement recommandé dans les moules à surfaces courbes ; ils se caractérisent par une grande légèreté et une très bonne flottabilité ; ils présentent une bonne résistance à la compression, au choc, et à la flexion.

Les avivés « Belcobalsa garantis séchés en étuve » sont classés et commercialisés en trois choix.

Le *Premier choix* est utilisé principalement en modélisme, par les architectes et en aménagement intérieur pour la fabrication de maquettes, ainsi que dans l'industrie aéronautique. Pour le modélisme, les bois sont débités en planchettes de 1 mm à 6 mm d'épaisseur.

Dans le *choix « Select »* réservé à certains emplois industriels, les petits défauts sont tolérés (petits noeuds, décolorations, petites fentes de séchage).

Dans le *Deuxième choix*, des traces de moelle sont tolérées en plus des défauts déjà acceptés dans le choix « Select ».





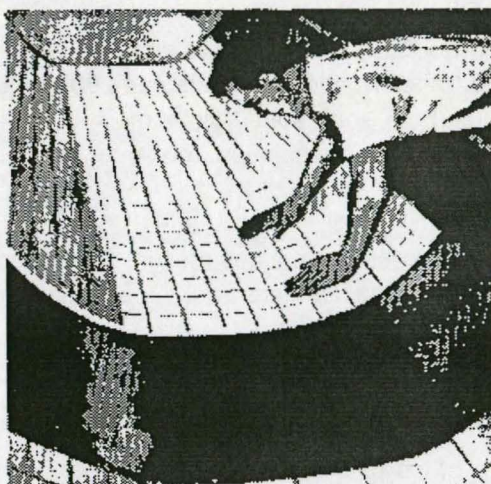


Fig.3

Les sciages de Balsa sont classés par ailleurs en 2 groupes en fonction de leur densité. Dans le Groupe 1, les bois ont une densité moyenne de 0,096 tandis que dans le Groupe 2, la densité moyenne est de 0,150.

BALTEK produit chaque année entre 70 000 et 75 000 m<sup>3</sup> de sciages bruts de Balsa qui servent ensuite à la fabrication des produits plus élaborés précédemment décrits. Récemment, BALTEK a déposé un brevet pour un produit à base de sciure de balsa et de savon. Ce produit pourrait être utilisé dans l'industrie comme détergent pour les mains.

#### **Méthode de transformation :**

Un parc de 150 scies mobiles permet de scier les bois directement dans les plantations ; des scieries plus importantes localisées dans des centres de groupement transforment les grumes provenant de petites plantations paysannes. Les bois sont sciés immédiatement après l'abattage afin de réduire les risques d'attaque d'insectes et de champignons auxquels le Balsa est très sensible.

Les dimensions de sciage les plus courantes sont les suivantes :

- Epaisseur : 32, 45, 57, 70, 82 mm
- Largeur : de 50 à 180 mm
- Longueur : de 61 à 138 cm

La maintenance du matériel de sciage est assurée par des équipes qui se déplacent de site en site.

Juste après sciage, les bois sont transportés par camion vers l'une des cinq unités de transformation du Groupe.

Les bois sont ensuite séchés jusqu'à un taux d'humidité de 12% (taux d'humidité maximum). Comme précédemment, il est nécessaire que le séchage ait lieu juste après le sciage afin de limiter les risques d'attaque d'insectes et de champignons (bleuissement en particulier).

Les unités de transformation sont situées sur tout le territoire équatorien ce permet de réduire les délais entre le sciage et le séchage. Une fois séchés, les bois sont rabotés, mis à dimensions, triés puis utilisés pour la fabrication des panneaux reconstitués ou pour les prédébîts. Les déchets de bois alimentent les chaudières des séchoirs.

#### **Approvisionnement en matière première :**

Les bois proviennent essentiellement des 60 plantations que possède la compagnie ; ces plantations couvrent environ 6 000 ha et sont gérées par BALTEK. Le Groupe envisage la plantation de 4000 ha supplémentaires (soit un total de 10 000 ha) d'ici 2008 afin d'assurer un approvisionnement stable et régulier des unités de transformation. BALTEK prévoit de développer l'intégration de son activité, depuis l'achat des terres à reboiser et la plantation jusqu'à l'exploitation.



Environ 250,000 arbres sont exploités chaque année, à raison de 300 à 400 arbres par ha. Le rayon d'approvisionnement des unités de transformation n'excède pas 200 km. Les opérations de sciage sur les plantations et le transport des bois sont sous-traités mais contrôlés par BALTEK. Dans les plantations sont utilisés des équipements classiques tels que des débardeurs et des tracteurs forestiers, mais aussi des chevaux.

Des techniciens qualifiés procèdent régulièrement à des mesures dendrométriques afin de comparer la productivité des différents sites de plantation. Des arbres « + » sont sélectionnés pour la production de semences.

Une première éclaircie est pratiquée à 2 ans. L'exploitation a lieu lorsque les arbres ont 5 à 6 ans et atteignent en moyenne une hauteur de 20 m pour un diamètre de 60 cm maximum (à 1,30 m). Au delà de 6-8 ans, la croissance diminue et les bois deviennent plus durs et plus denses ce qui n'est pas recherché par les utilisateurs. De plus, à partir de cet âge, les arbres commencent à dépérir et le taux de mortalité augmente dans de fortes proportions.

### Investissements et équipements :

BALTEK possède des plantations de Balsa et cinq unités de transformation du bois, mais aussi un élevage de crevettes avec sa propre éclosierie, ses bassins d'élevage, ses systèmes de congélation et son unité d'emballage.

L'unité de fabrication de panneaux Contourkore se trouve aux Etats-Unis. Le fondateur du groupe était français ; la première unité de transformation (Compania Ecuatoriana de Balsa SA) a démarré vers 1940.

Les unités de fabrication actuelles disposent d'équipements modernes :

- séchoirs (de marque Moore) ;
- scies à rubans multiples, scies circulaires ;
- jointeuses, raboteuses, ponçuses, encolleuses ;
- outils de finition portables ;
- presses mécaniques et hydrauliques ;
- convoyeurs.

BALTEK dispose de ses propres engins de manutention (Caterpillar).

L'actif du Groupe BALTEK, élevage de crevettes compris, est détaillé ci-dessous (extrait du document « Baltek Corporation Annual Report 1994 »)

	<u>US\$</u>
Terrains	125,311
Elevage de crevettes	13,472,624
Biens immobiliers et installations	1,220,998
Equipements et machines	8,477,222
Travaux sur biens en location	585,152
Biens en location	<u>2,498,719</u>
<u>Total</u>	26,380,026
Moins amortissements	<u>15,444,361</u>
<u>Valeur nette</u> : Biens immobiliers, matériel et équipements	10,935,665

Le détail de l'actif pour les plantations est le suivant :

	<u>US\$</u>
Terrains plantés	2,664,363
Bois sur pied	<u>2,844,688</u>
<u>Total</u>	5,509,051



### **Sources d'énergie et matières consommables :**

Les unités de transformation sont alimentées en électricité par le réseau national. Elles disposent en réserve de groupes électrogènes en cas de pannes (fréquentes) du réseau. Sur le terrain, les scies mobiles sont équipées de moteurs thermiques

Les pièces de rechange, les lames de scie, les courroies, la colle et autres matières consommables sont directement importées d'Europe ou des Etats-Unis sauf en cas de disponibilité locale.

### **Personnel :**

BALTEK emploie 1 100 salariés. L'équipe dirigeante est composée d'un directeur général, de deux directeurs adjoints, d'un responsable financier, d'un responsable de production, d'un responsable de la maintenance, et d'un responsable des plantations. L'entreprise se caractérise par un fort taux d'encadrement ; les cadres sont en majorité équatoriens

Le salaire mensuel moyen (charges comprises) d'un chef d'équipe est de 250 dollars US ; celui d'un ouvrier non qualifié est de 120 dollars.

### **Marchés :**

BALTEK commercialise environ 75% du Balsa utilisé dans le monde. L'industrie de l'armement est traditionnellement un de ses principaux clients.

Les panneaux et les avivés de Balsa sont utilisés en construction navale, en construction aéronautique, en aménagement intérieur, en ameublement, et pour la fabrication de matériel roulant. Le Balsa est particulièrement apprécié pour sa légèreté, ses bonnes propriétés mécaniques, et son excellent coefficient d'isolation thermique, notamment pour des cryotempératures.

Dans les pays consommateurs, le Balsa est vendu entre 1200 et 1600 dollars le m<sup>3</sup> scié.

Les bois sont expédiés depuis les ports de Manta et de Guayaquil vers l'Europe, les Etats-Unis ou l'Extrême Orient dans des containers de 40 pieds ou des containers transrouliers (type « roll on/roll off »).

Malgré sa position de leader dans le commerce international de Balsa, BALTEK doit affronter la concurrence d'autres matériaux tels que les PVC de faible densité, les mousses polyuréthanes, l'aluminium, les panneaux « nid d'abeille », mais aussi la concurrence d'autres bois légers et du contreplaqué.

Les ventes de Balsa pour la navigation de plaisance ont repris avec le redémarrage de cette activité qui a traversé plusieurs années de crise ; ce secteur représente environ 40 % des ventes de BALTEK. Cependant, les fluctuations des taux d'intérêt rendent difficiles toutes prévisions à court ou moyen terme pour l'industrie de la navigation. Le Groupe poursuit des recherches afin de développer de nouveaux produits à employer en remplacement du Balsa.

### **Coûts de production :**

Le tableau ci-dessous extrait du document « Baltek Corporation Annual Report 1994 » donne les chiffres d'affaires (en dollars US) pour chaque catégorie de produit fabriqué par BALTEK en 1993 et 1994.



Année	Avivés Balsa	Autres produits en Balsa	Crevettes	Total
1993	3 651 000 11%	23 635 000 73%	5 084 000 16%	32 370 000 100%
1994	3 811 000 10%	29 022 000 72%	7 297 000 18%	40 130 000 100%

Les ventes de Balsa ont augmenté de 2 % en 1993 et 1994 puis ont chuté de 1% entre 1993 et 1994 ; ces trois années ont été marquées par une augmentation des dépenses de fonctionnement partiellement compensées par une dévaluation et par une augmentation de la productivité résultant des deux phases de restructuration du groupe en 1992 et 1994.

Durant ces dernières années, les ventes à l'exportation ont été perturbées par les fluctuations du taux de change entre le dollar et la monnaie équatorienne d'une part, et entre le dollar et les monnaies des pays-clients de BALTEK d'autre part.

## REFERENCES

1. BALTEK S.A.: Documentation on Balsa timber and Balsa wood products (Belcobalsa, Contourkore). Paris (61 rue Fontaine).
2. LAMBILLON, J.M. 1994: Le Balsa, un bois léger, léger, léger... Le Journal du Bois, n 24.



## Etude de cas n° 9

**Pays :** Brésil

**Entreprise :** Industrial de Madeiras Mara Popinhak Ltda.

**Localisation :** Avenida Leoberto, 1946  
Bairro Universitario  
89520 Curitiba, Santa Catarina  
Sud Brésil

**Espèces utilisées :** *Pinus elliottii* et *Pinus taeda*

### Produits et échelle de production :

La production moyenne mensuelle est de 800 à 1000m<sup>3</sup> de bois sciés. Une partie importante de cette production sert à la fabrication de palettes, de moulures, d'éléments d'aménagement intérieur, et de manches d'outils. Les déchets de bois sont transformés en plaquettes et vendus à une usine de pâte à papier située dans la région.

### Méthode de transformation :

Les grumes sont sciées dès l'arrivée en scierie afin de limiter les risques de bleuissement et d'attaques par les champignons. Les bois sont ensuite rapidement classés et les meilleurs choix sont séchés artificiellement afin de nouveau de limiter autant que possible les risques de dégradation des bois. Les bois déclassés sont séchés à l'air libre puis utilisés pour la fabrication de palettes ou vendus en l'état.

Le premier débit est réalisé sur dosse à l'aide d'une scie à ruban. Le sciage de reprise, le délignage et la mise à dimensions se font à l'aide de scies circulaires. Pour les opérations de transformation ultérieures, des équipements classiques sont utilisés : scies circulaires, dégauchisseuses, raboteuses, moulurières, mortaiseuses, perceuses, ponceuses à bandes, encolleuses et presses. Le rendement au sciage est en moyenne de 40% ; le rendement matière entre le sciage et le produit fini est de nouveau de 40% en moyenne, soit un rendement global de 16% entre la grume et le produit fini.

### Approvisionnement en matière première :

L'entreprise consomme entre 2000 et 2500 m<sup>3</sup> de grumes par mois. Les bois proviennent de plantations situées sur tout le territoire de l'état de Santa Catarina. Les risques de pénurie de bois sont quasiment nuls du fait de l'importance et de l'étendue des plantations dans la région.

L'entreprise exploite directement les bois tandis que leur transport jusqu'à la scierie est pris en charge par les propriétaires des plantations qui possèdent leur propres véhicules. L'unité de transformation est située au coeur des plantations ; de ce fait, le rayon d'approvisionnement n'excède jamais 25 km.

Les plantations sont exploitées à 25 - 30 ans. Les grumes ont en moyenne 2 m de longueur et 30 à 50 cm de diamètre. Du matériel standard est utilisé pour l'exploitation : tronçonneuses, débardeurs, tracteurs forestiers, grumiers ...

### Investissements et équipements :

Industrial de Madeiras Mara Popinhak LTDA est une entreprise familiale créée en 1969 par Antonio Cesar Popinhak.



L'entreprise possède trois unités de transformation, mais celle de Curitiba est la seule qui utilise des bois de plantation. Les deux autres situées près de Belém transforment des bois de forêt naturelle, principalement du Tauari, du Jatoba, et du Curupixa. L'unité de Curitiba représente un investissement total de 1,5 à 2,5 millions de dollars US.

### **Sources d'énergie et matières consommables :**

L'électricité est fournie par le réseau national. L'entreprise dispose de groupes électrogènes qui sont cependant très peu utilisés car les pannes sont rares et le réseau est fiable.

Les pièces détachées et les matières consommables (colle, lames de scie, fers...) sont disponibles dans la région.

### **Personnel:**

L'entreprise emploie 109 salariés ; l'équipe de direction est composée de 3 personnes et l'équipe d'entretien de 6 techniciens. Tout le personnel est brésilien.

### **Marchés :**

La moitié des produits à haute valeur ajoutée fabriqués par l'entreprise est exportée, principalement vers le Maroc, les Etats-Unis, l'Allemagne, la France, ainsi que vers d'autres pays d'Europe. Les palettes sont aussi exportées vers ces pays. Le restant de la production est écoulé sur le marché local et vendu à des grossistes ou des revendeurs. Certains de ces grossistes réexportent une partie des produits achetés à Industrial de Madeiras Mara Popinhak LTDA, mais aucune donnée chiffrée concernant ce circuit commercial n'est disponible.

La demande locale devrait augmenter en relation avec le développement du marché de la construction au Brésil. De plus, la demande en bois de plantation s'est accrue en raison des difficultés d'approvisionnement en bois de forêt naturelle. Par ailleurs, les utilisateurs locaux commencent à prendre l'habitude d'employer des bois de plantation. Cependant, la demande demeure fluctuante et reste liée à la situation économique du pays et au faible pouvoir d'achat des brésiliens.

### **Coûts de production :**

Les seuls coûts de production disponibles concernent l'exploitation et le transport des bois jusqu'à la scierie : le coût d'exploitation s'élève en moyenne à 20 dollars US le m<sup>3</sup>, et le coût de transport est de 25 dollars le m<sup>3</sup>. Les coûts de production sont sans doute peu élevés et restent très compétitifs pour plusieurs raisons :

- l'approvisionnement en bois est régulier et stable compte tenu de l'importance de la ressource disponible,
- la qualité des bois est satisfaisante car les plantations sont exploitées à maturité et les conditions de croissance sont favorables (l'accroissement annuel moyen dépasse parfois 20 m<sup>3</sup>/ha),
- l'entreprise fabrique des produits à haute valeur ajoutée ce qui est rendu possible par la qualité de la matière première,
- le coût de la main d'œuvre est relativement peu élevé,
- l'activité de l'entreprise est intégrée, depuis l'exploitation des bois jusqu'à la fabrication de produits finis et la vente des déchets de bois sous forme de plaquettes ; la valorisation de la matière première est ainsi optimisée.

La prise en compte de l'ensemble de ces facteurs permet d'expliquer la réussite de Industrial de Madeiras Mara Popinhak LTDA.



